الفصل السادس

حمولة مياه النيل من المواد الصلبة العالقة



بجانب المادة التي يحملها النيل في "محلول *Solution*" مياهه -والتي تناولناها في الفصل السابق - يجلب النيل معه سنويًا كميات هائلة من المواد الصلبة في صورة حمولة "عالقة *Suspension*". ومثل نسب المادة المذابة، تختلف نسب المادة العالقة في مياه النهر باختلاف الفصول، لكن في حالة المادة العالقة لا يعد ذلك التباين الموسمي أكبر فحسب، بل إن العلاقة عكسية بينهما، فحين تكون نسبة المادة العالقة في أعلى مستوى لها خلال شهور الفيضان تكون نسب المادة المذابة في أدنى مستوياتها. ويحدث العكس خلال موسم التحاريق، عندما تكون نسبة المادة المذابة في أعلى مستوياتها وتصل نسبة المادة العالقة لأدنى مستوياتها.

في الوقت الراهن، وخلال الموسم الممتد من فبراير إلى مايو، تكون نسبة المادة العالقة إلى إجمالي مياه النهر : ١/ ١٠٠٠٠، ومن ثم تكون نسبة العكارة طفيفة للغاية. وبحلول شهر يونيو عادة ما يتخذ ماء النيل لوناً ضارب إلى الخضرة وتصير رائحته كريهة، نتيجة لاحتوائه في ذلك الوقت على كميات كبيرة من مواد طُحلبيَّة متحللة مصدرها مياه النيل الأبيض. تُعرف هذه الظاهرة باسم "المياه الخضراء"، وتستبق موسم الفيضان، وعلى الرغم من أنها تحدث عادةً في شهر يونيو، فإنها قد تبكر في بعض السنوات فتحدث مع نهاية شهر مايو، وفي سنوات أخرى قد تتأخر إلى أوائل شهر يوليو. وتستمر هذه الظاهرة لفترة تتنوع ما بين أسبوع أو عشرة أيام إلى شهر أو أكثر في سنوات مختلفة.

وعند ترشيح "المياه الخضراء"، ستتراكم معظم المادة الطحلبية بالطبع في وسيط الترشيح، وستحمل الرواسب التي تراكمت في المرشحات رائحة زفارة نفاذة. وبحلول الفيضان -والذي يبلغ القاهرة بنهاية شهر يوليو – يكتسح النهر كل المواد الطحلبية ويلقيها في البحر وتصبح المياه عكرة بدرجة هائلة، مكتسبة لوناً بني ضارب إلى الحمرة (المياه الحمراء) نتيجة الكميات الكبيرة من المواد المعدنية المفتتة الدقيقة التي جُلبت أسفل النهر كمادة معلقة بفضل النيل الأزرق ونهر عطبرة. في ذروة مرحلة فيضان النيل قبالة القاهرة، يكتسب النهر في الواقع المظهر الخارجي لنهرٍ مهيب ملئ بالدوامات، قوامه طميٌ سائل أكثر من كونه مياه، حتى بالرغم من أن النسبة الفعلية من المادة العالقة في الماء في ذلك الوقت تكون أقل من ١/٥٠٠. وبمنتصف نوفمبر ستكون قد مرت مرحلة الفيضان، ويفقد الماء تدريجيا اللون البني الأحمر، ويصير أقل تعكيراً، ثم عند فبراير تقريبا يستعيد لونه الصافي مرة أخرى.

وبجانب التباين الموسمي، هناك تباين من عام إلى عام في نسب المواد العالقة، ويرجع ذلك بشكل أساسي إلى التباين في الحجم السنوي للأمطار الساقطة على إقليم هضبة الحبشة التي ينبع منها النيلُ الأزرق ونهر عطبرة.

إن نسبة المادة العالقة في المياه المارة على أي مكان في أي وقت تتفاوت نوعاً ما حسب العمق؛ وعادة ما يزيد متوسط هذه النسبة على امتداد المقطع العرضي الكامل للنهر بمقدار ١.١٥ مرة مقارنة بهذه النسبة عند عمق يبلغ نصف متر تحت السطح في الخط المركزي للمجرى. وفي أماكن حيث يكوّن النهر انعطافا حاداً، قد تخضع نسبة المادة العالقة في فترات معينة لزيادة موضعية بسبب حتّ المياه للضفاف.

يعرض الجدولان (٣١) و(٣٢) ملخص الحسابات المبدئية التي أجريت لنسب المواد العالقة في النيل قبالة القاهرة، يحتوي جدول (٣١) على الحسابات التي أجريت قبل إنشاء خزان أسوان، وجدول (٣٢) على الحسابات التي أجريت بعد إنشائه.

جدول (٣١) نسب المادة العالقة في النيل عند القاهرة (١٨٧٤- ١٨٩٩) بالأجزاء في المليون أو بالملليجرامات لكل لتر

	١٨٧٤-١٨٧٥	١٨٨٧	١٨٨٨-١٨٨٩	١٨٩١	١٨٩٦	١٨٩٧	١٨٩٨	١٨٩٩	النسبة القصوى	النسبة الدنيا	النسبة المتوسطة
	ليتيي (عينات شهرية)[1]	ماتيي (عينات شهرية)[2]	بولارد[3] (عينات كل اسبوعين)	ريتشموند[4] (عينات شهرية)	ماكينزي[5] (عينات شهرية من عمق ١ متر في وسط المجرى)						
	١٨٧٥		١٨٨٩								
يناير	١٦٧	١٦٥	١٣٢		٢٩٠	٤٩٠			٤٩٠	١٣٢	٢٤٠
فبراير	١٢٦	١٣٢	٩٥		٢٥٠	٢٧٠			٢٧٠	٩٥	١٧٥
مارس	٥٣	٧٣	٥٥	٣٨	٢٠٠	١٩٠			٢٠٠	٣٨	١٠١
ابريل	٦٦	٥٠	٥٠	٤٥	١٦٠	١٤٠			١٦٠	٤٥	٨٥
مايو	٤٨	٥٠	٢٥	١٤	١٣٠	١٤٠			١٤٠	١٤	٦٨
	١٨٧٤		١٨٨٨								
يونيو	٦٩	١٤٣	٢٨	٦٦	١٧٠	١٣٠			١٧٠	٢٨	١٠١
يوليو	١٧٨	١٨٢	٣٧	٣١٣	١٠٠	١١٠	٢٠١	١٣١	٣١٣	٣٧	١٥٦
أغسطس	١٤٩٢	١٢٣٥	١٦٣١	١٥٠٠	١٠٠٠	١٧٤٠	١٨٦٢	١١٢٢	١٨٦٢	١٠٠٠	١٤٤٨
سبتمبر	٥٤٣	٥٥٣	١٩٧٤	١٥٣٢	١٦٦٠	١٦٣٠	١٢٨٨	١٢٠٢	١٩٧٤	٥٤٣	١٢٩٨
أكتوبر	٣٧٨	٣٩٠	١٠٥٦		١٣٥٠	١٠٠	٩٠٥	٦٣٤	١٣٥٠	٣٧٨	٨١٦
نوفمبر	٣٤٣	٣٣٤	٦٤٨		٩٠٠	٦٠٠	٥٨٠	٣٢٨	٩٠٠	٣٢٨	٥٣٣
ديسمبر	٢٧٩	٢٩١	٢٣٥		٦٣٠	٣٥٠	٤٢٠	١٣٨	٦٣٠	١٣٨	٣٣٥



جدول (٣٢) نسب المادة العالقة في النيل عند القاهرة (١٩٠٦- ١٩٣٢) بالأجزاء في المليون أو بالملليجرامات لكل لتر

الشهر	١٩٠٦	١٩١٣-١٩٢٦ (متوسط ١٤ عاماً)	١٩٢٩-١٩٣٢ (متوسط ٤ أعوام)	أعلى متوسط في الشهر	أقل متوسط في الشهر	المتوسط لكل السنوات المدرجة في الأعمدة السابقة
	بيرنس[٧] عينات أسبوعية خلال الفيضان، وكل أسبوعين خلال بقية العام من نقطة متوسطة في المقطع العرضي للنهر	وزارة الصحة العمومية[٦] (عينات أسبوعية أخذت من عمق نصف متر من وسط المجرى)				
يناير	١٣٥	١٠٥	٦٢	١٣٥	٥٠	٩٧
فبراير	٨٨	٥٤	٤٣	٨٨	٢٢	٥٤
مارس	٥٢	٣٩	٢٦	٥٥	٢٤	٣٧
ابريل	٤٦	٣٤	٢٤	٦٦	٢٠	٣٣
مايو	٤١	٢٤	٢٠	٥٠	١٢	٢٤
يونيو	٣٩	١٩	٢٤	٦٠	٥	٢١
يوليو	٢٩	٣٧	٦٦	١٨٤	١١	٤٣
أغسطس	٥٠٨	١٠١٣	٨٤٨	١٧٦٣	١٦٦	٩٥٢
سبتمبر	١٢٧٠	١٤٤٩	١٢٧٩	١٨٩٩	٩٧١	١٤٠٤
أكتوبر	٦٧٣	٨١٢	٧١٥	١٢٢٥	٤٩٦	٧٨٤
نوفمبر	٣٠٣	٣٩٨	٣٢١	٥٩٣	١٧٠	٣٧٧
ديسمبر	١٩٥	١٨٨	١١٣	٣٤٩	٥٠	١٧٢



على الرغم من أن الأرقام في الجدولين السابقين تعد في بعض الحالات غير قابلة للمقارنة مع بعضها البعض نتيجة للملاحظات التي سُجلت عند أعماق مختلفة بعض الشيء؛ فإنها توضح التباين الكبير في نسب المادة العالقة في سنوات مختلفة. وعلاوة على ذلك، تشير المقارنة بين الجدولين إلى أنه في المواسم -بخلاف فصل الفيضان -تعد نسب المواد العالقة في النيل عند القاهرة حالياً على نحو ملحوظ أقل من نسبتها قبل بدء التحكم الصناعي في النهر، وهي نتيجة متوقعة لأن قدراً كبيراً من الماء الذي يمر الآن النهر أمام القاهرة أثناء مرحلة انخفاض منسوب النهر قد خُزن في خزان أسوان، وهناك رسَّب جزءا من مادته العالقة. وحيث أن معظم المادة العالقة التي ترسبت بذلك النحو في الخزان يكتسحها بالطبع فيضان النيل التالي؛ فمن الأكيد عملياً أن متوسط نسبة المادة العالقة المارة قبالة القاهرة خلال مرحلة الفيضان أكبر حاليا عما كان عليه في الماضي نوعا ما، لكن الزيادة ضئيلة جداً بالمقارنة مع إجمالي كمية المادة العالقة التي ينقلها النهر خلال شهور الفيضان، لدرجة أن هذه الزيادة الطفيفة لا تبدو ملحوظة بسبب التغيراتُ في تلك الكمية أثناء شهور الفيضان على امتداد سنوات مختلفة.

وربما نتوصل إلى تقدير أقرب للصواب لمتوسط إجمالي كميات المادة العالقة التي يحملها النهر سنويا قبالة القاهرة في الوقت الراهن، وذلك عن طريق ضرب "متوسط النسب الشهرية من المادة العالقة المسجلة عند عمق نصف متر بوسط المجرى عند القاهرة خلال السنوات (١٩١٣- ١٩٢٦) و (١٩٢٩ - ١٩٣٢)[٨] في ١.١٥ لتحويلها أولا إلى متوسطات تقريبية للمقطع العرضي الكامل للنهر[٩]، ثم بضربها في "متوسط التدفقات الشهرية للنهر قبالة القاهرة خلال نفس الفترة الزمنية"، وهو ما سُجّل في جدول(٣٣) .



جدول (٣٣) تقدير متوسط إجمالي كمية المادة العالقة المحمولة سنوياً قبالة القاهرة ١٩١٣- ١٩٣٢

الشهر	متوسط نسبة المادة العالقة عند عمق نصف متر في منتصف مجرى النهر عند القاهرة خلال ال ١٨ عام ١٩١٣ - ١٩٢٦ و١٩٢٩ - ١٩٣٢	متوسط النسب المماثلة للمقطع العرضي الكلي للنهر	إجمالي أحجام المياه المارة بالقاهرة (متوسط ال ١٨ عام ١٩١٣ - ١٩٢٦ و١٩٢٩ – ١٩٣٢)	إجمالي كمية المادة العالقة المحمولة سنوياء أمام القاهرة (متوسط الـ ١٨ عام ١٩١٣ - ١٩٢٦ و١٩٢٩ – ١٩٣٢)
	الأجزاء في المليون	الأجزاء في المليون	كيلو مترات مكعبة	ملايين الأطنان
يناير	٩٥	١٠٩	٣.٢٩	٠.٣٦
فبراير	٥٢	٦٠	١.٩٠	٠.١١
مارس	٣٦	٤١	١.٦٨	٠.٠٧
ابريل	٣٢	٣٧	١.٤٠	٠.٠٥
مايو	٢٣	٢٦	١.٤٢	٠.٠٤
يونيو	٢٠	٢٣	١.٦٤	٠.٠٤
يوليو	٤٣	٤٩	٢.٤٠	٠.٠١٢
أغسطس	٩٧٦	١١٢٢	١٠.٧٨	١٢.١٠
سبتمبر	١٤١١	١٦٢٣	١٥.٦٥	٢٥.٤٠
أكتوبر	٧٩٠	٩٠٩	١٤.٨٣	١٣.٤٨
نوفمبر	٣٨١	٤٣٨	٩.٦٣	٤.٢٢
ديسمبر	١٧١	١٩٧	٤.٥٧	٠.٩٠
الإجمالي خلال شهور الفيضان الأربعة (أغسطس إلي نوفمبر)				٥٥.٢٠
الإجمالي خلال الثمانية شهور المتبقية من السنة				١.٦٩
الإجمالي خلال السنة بأكملها				٥٦.٨٩



يلاحظ من الجدول السابق أن إجمالي المعدل السنوي للمادة العالقة يصل إلى حوالي ٥٧ مليون طن، يمر منها أكثر من ٥٥ مليون طن خلال شهور الفيضان الأربعة (أغسطس إلى نوفمبر)، وأقل من ٢ مليون طن خلال الشهور الثمانية الباقية من السنة. ويبلغ متوسط الكميات اليومية حوالي ٤٥٢ ألف طن في شهور الفيضان وحوالي ٦٥٠٠ طن في باقي السنة.

وبمقارنة هذه الأرقام مع تلك الواردة بالمادة المذابة في جدول (٧) بالفصل السابق، سيتضح أن إجمالي كمية المادة العالقة التي يحملها النيل سنويا قبالة القاهرة يصل لأكثر من خمسة أضعاف كمية المادة المذابة، ولكن يتضح أيضاً أن المقادير الوفيرة من المادة العالقة تعتبر محصورة في نطاق شهور الفيضان، وأن المادة المذابة تفوق بشكل كبير مقدار المادة العالقة خلال الثمانية شهور المتبقية من السنة. ويعرض جدول ٣٤ ملخصا لهذه المقارنة.

جدول (٣٤) المادة الصلبة المحمولة في النيل قبالة القاهرة، في صورة مذابة وفي صورة عالقة

	المادة المذابة بالطن	المادة العالقة بالطن
متوسط الإجمالي السنوي	١٠.٧٠٠.٠٠٠	٥٦.٨٩٠.٠٠٠
متوسط الإجمالي لشهور الفيضان الأربعة (أغسطس إلي نوفمبر)	٧.٢٣٠.٠٠٠	٥٥.٢٠٠.٠٠٠
متوسط الإجمالي للشهور الثمانية الباقية من السنة	٣.٤٧٠.٠٠٠	١.٦٩٠.٠٠٠
المتوسط اليومي لشهور الفيضان الأربعة (أغسطس إلى نوفمبر)	٥٩.٣٠٠	٤٥٢.٠٠٠
المتوسط اليومي للشهور الثمانية الباقية من السنة	١٤.٣٠٠	٦.٥٠٠



يناير فبراير مارس أبريل مايو يونيه يوليو أغسطس سبتمبر أكتوبر نوفمبر ديسمبر

متوسط نسب المادة العالقة في النيل عند
وادي حلفا والقاهرة 1929-1931

الأجزاء في المليون

2500
2000
1500
1000
500
0

وادي حلفا
القاهرة

متوسط أحجام مياه النيل المحمولة
أمام وادي حلفا والقاهرة 1929-1931

ملايين الأمتار المكعبة في اليوم

800
700
600
500
400
300
200
100
0

وادي حلفا
القاهرة

متوسط كميات المادة العالقة في النيل
أمام وادي حلفا والقاهرة 1929-1931

آلاف الأطنان في اليوم

2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0

وادي حلفا
القاهرة

يناير فبراير مارس أبريل مايو يونيه يوليو أغسطس سبتمبر أكتوبر نوفمبر ديسمبر

شكل٢٧: منحنيات تبين متوسط سير التغيرات الموسمية في نسب المادة المعلقة بماء النيل في وادي حلفا والقاهرة على الترتيب، وفي كميات المياه والمادة المعلقة المحمولة قبالة هذين الموقعين ١٩٢٩- ١٩٣١.



ويجب التنويه أن أرقام الجدول الخاصة بالمادة المذابة تتضمن بالتقريب حوالي ٤ بالمائة من الماء المحتجز في البقايا الجافة الناتجة عن التبخير، وأن الأرقام الخاصة بالمادة العالقة تشير فقط الى المادة التي يحملها النهر في شكل حمولة عالقة فعليا، وقد أهملنا ذكر الرمال والغرين اللذين تكسحهما حركة التيار على امتداد قاع النهر، وهو ما يسمى بـ " حمولة القاع ". وكما سنرى لاحقاً فإن حمولة القاع (من الرمال والغرين) التي تُنقل سنويا قبالة القاهرة تبلغ ما يعادل ثلثي كمية المادة العالقة، بل هناك احتمالية أن تكون أكبر من ذلك.

واضح أن الفترة الزمنية التي قيست خلالها نسب المادة العالقة التي يحتويها مياه النيل في صعيد مصر كانت أقصر من مدى فترة تقدير نِسبها عند القاهرة. لكن من ناحية أخرى، في بعض الحالات كانت نسب الصعيد أكثر دقة من نسب القاهرة؛ حيث قامت تقديراتها على عينات جُمعت على فترات زمنية تقدر بعدة أيام من نقاط موزعة على امتداد المقطع العرضي الكامل للنهر بدلاً من إجرائها على فترات أسبوعية أو شهرية عند نقطة واحدة منه.

ويعرض الجدْولان (٣٥) و (٣٦) ملخص لكل التقديرات الحسابية التي استطعت الحصول عليها وقيست عند نقاط عديدة في صعيد مصر، بالإضافة إلى متوسط النسب المماثلة عند القاهرة حينما كانت المقارنة متاحة، وقد حسبتُ الأرقام الخاصة بالقاهرة عن طريق ضرب النسب الصادرة عن وزارة الصحة العمومية (المقاسة عند عمق نصف متر في وسط مجرى النهر) في ١.١٥ لكي أحولها إلى المتوسط التقريبي للمقطع العرضي الكامل لمجرى النهر (في الجعافرة الواقعة عند حوالي ٢٨ كم تقريبا شمالي أسوان، وفي البليدة على بعد حوالي ٤٢ كم جنوب القاهرة .



جدول (٣٥) نسب المادة العالقة في النيل في صعيد مصر (١٩٠٣- ١٩٢٨) بالأجزاء في المليون أو بالمليجرامات لكل لتر.

الشهر	١٩٠٣	١٩٠٤	١٩٠٥	١٩٢٠		١٩٢١		١٩٢٧		١٩٢٨
	نجع حمادي (دراسات قدمها Naus)[١٠] أخذت العينات من مسافة ٦٠ متر عن الضفة، على فترات زمنية تقدر بخمسة أيام خلال الفيضان، ثم على فترات أطول خلال بقية السنة			الجعافرة (مصلحة الرى) عينات أسبوعية من ٨ نقاط في مقطع عرضي للنهر.	القاهرة (من أجل المقارنة)	البليدة (مصلحة الري) عينات أسبوعية أخذت من ٢٤ نقطة في مقطع عرضي للنهر	القاهرة (من أجل المقارنة)	وادي حلفا (مصلحة الرى). عينات أخذت أسبوعيا أو أكثر عند عمق ٥٠ سم في وسط المجرى	الجعافرة (مصلحة الرى) عينات أخذت أسبوعيا أو أكثر من نقطة تقع عند عمق ٥٠ سم تحت سطح النهر، ومن عمق ٥٠ سم فوق قاع النهر في منتصف المجرى	وادي حلفا (مصلحة الري) عينات أخذت اسبوعيا أو أكثر عند عمق ٦٠ سم في وسط المجرى
يناير		٧٤	٤٢							٦٠
فبراير		٣٩	٣٠							٨٨
مارس		٤٤								١٩
ابريل										١٢
مايو		٣٦	٣٤							١٥
يونيو		٧٠	٣١					١٣	٨	٢٤
يوليو		٨٢	٣٦	٣٨٤	١٦	٨٣	١٩	٢١٦	١٤٢	١٥٦[١١]
أغسطس	٧٠٩	١٠٨٦	٦٧٣	١٤٢٤	١١٩٧	٩٨٤	١٠٩٢	١٩٥٤	٢٠٣٢	
سبتمبر	١١٤٥	٧٦٤	١٤٣٤	١٠٢٦	١٥٤٦	١٤٢١	١٦٣٥	١٥٣٤	٢٣٢٣	
أكتوبر	٦٢٤	٤٠١		٦٢٧	٧٣٦	٩٢٥	٩٥١	٥٢٥	٩٧٨	
نوفمبر	٢٩٠	١٥٥		٣٢٧	٣٥٦	٤١٥	٣٦٨	١٩٠	٢٦٦[١٢]	
ديسمبر	١٤١	٦٧		٦٦	١٩٩	١٥٠	١٥٧	١٦٧		



جدول (٣٦) نسب المادة العالقة في النيل عند وادى حلفا والجعافرة خلال مواسم الفيضان للأعوام ١٩٢٩ – ١٩٣٠ -١٩٣١. بالأجزاء في المليون أو المليجرامات لكل لتر.

فترة عشرة أيام	١٩٢٩			١٩٣٠		١٩٣١	
	وادي حلفا (مصلحة المساحة الجيولوجية) عينات أخذت ٣ مرات أسبوعياً على الأقل عند ٢٤ نقطة من مقطع عرضي للنهر	الجعافرة (مصلحة المساحة الجيولوجية) عينات أخذت ٣ مرات أسبوعياً على الأقل عند ٢٤ نقطة من مقطع عرضي للنهر	القاهرة (للمقارنة)	وادي حلفا (مصلحة المساحة الجيولوجية) عينات أخذت ٣ مرات أسبوعياً عند ٢٤ نقطة من مقطع عرضي للنهر	القاهرة (للمقارنة)	وادي حلفا (مصلحة المساحة الجيولوجية) عينات أخذت ٣ مرات أسبوعياً عند ٣٠ نقطة من مقطع عرضي للنهر	القاهرة (للمقارنة)
١١-٢٠ يوليو	٥٨٧		٢٢٥		٢٥		١٥
٢١-٣١ يوليو	١٦٨٣	١٠٨٢	٣٦٤		٢٨		٣٢
١-١٠ أغسطس	٢٥٩٩	٢٥١٤	١٢٥٢	١٦٥٤	١٧٩	١٠٣٠	٢٨
١١-٢٠ أغسطس	٢٥١٦	٢٤٧١	١٦٩٣	٢٤٠١	١٤٠٠	٢٨٩٢	٢٣٠
٢١-٣٠ أغسطس	٢٢٧١	٢٢٢٢	١٥١٠	٢٣٤٠	١٤٩٩	٣٦٤٥	١٥٨٧
١-١٠ سبتمبر	١٩١٧	١٨٣٨	١١١٦	١٧٦٤	١٦٠٥	٣٣٢٣	٢٣٨٧
١١-٢٠ سبتمبر	١٧٩٢	١٧٠٤	١٠٩٨	١٥٦٦	١٣٩٤	٢٢٧٩	١٨٦١
٢١-٣٠ سبتمبر	١٣٥٤	١٤٩٨	١١٢٦	١٠٤٥	١١٩٢	١٧٣٨	١٤٤٩
١-١٠ اكتوبر	١٠٦٥	١١٢٣	١١٠٢	٦٧٤	٨١٤	١٣٣٥	١٠٤٦
١١-٢٠ اكتوبر	٨٠٤	٨٦١	٨٣٩	٥٠٨	٥٩١	٧٩٤	٩٠٨
٢١-٣١ اكتوبر	٦٨١	٦٨٤	٥٨٢		٤٥٣	٥٦٠	٥٧٧
١-١٠ نوفمبر	٥٠٦	٥٠١	٥٨٣		٣٣١	٥١١	٤٧٢
١١-٢٠ نوفمبر	٣٦١	٣١٧	٥٠٤		١٨٤		٤١٩
٢١-٣٠ نوفمبر	١٧٢	١٦١	٣٧٦		١٧٠		٢٤٢
١-١٠ ديسمبر			٢٤٦		٨٣		١٥٥

إن التقديرات الحسابية للمادة العالقة التي أجرتها مصلحة الري في وادي حلفا والجعافرة عام ١٩٢٨ والموضحة في الجدول الأول من الجدولين السابقين تعدُّ إلى حد ما غير دقيقة؛ لأن العينات قد جمعت عند نقطة أو نقطتين فقط في المقطع العرضي من مجرى النهر وعند فترات زمنية تصل أحيانا إلى



أسبوع. مع ذلك، فإن التقديرات التي أجرتها المصلحة الجيولوجية عند نفس المكانين في عام ١٩٢٩ وعند وادي حلفا في ١٩٣٠ و١٩٣١ أقرب إلى الدقة؛ فقد جمعت العينات من عدد كبير من النقاط موزعة جيداً على امتداد المقطع العرضي الكامل للنهر على ثلاث مرات أسبوعيا على الأقل، على امتداد موسم الفيضان بأكمله. وفي الحقيقة، جُمعت العينات في عام ١٩٢٩ -على امتداد فترة الجمع – بشكل يومي من الأربع وعشرين نقطة جميعاً في كل من وادي حلفا والجعافرة، ثم قدمت لنا الملاحظات التي أجريت في المكانين ما يمكن اعتباره أكثر التقديرات صحة لكميات المادة العالقة في النهر على الإطلاق.

إن مجرد نظرة إلى النتائج التي حصلنا عليها عند وادي حلفا والجعافرة في ١٩٢٩ -حسبما سُجلت في الجدول الأخير -تعد كافية لإظهار أن نسب المادة العالقة في المكانين تختلف بدرجة طفيفة عن بعضها البعض في التواريخ المماثلة، ولأن تدفق النهر أمام الجعافرة خلال موسم الفيضان (إذ تُفتح بوابات تدفق المياه بخزان أسوان في معظم ذلك الموسم) هو نفس معدل التدفق أمام وادي حلفا تقريباً، فسيترتب على ذلك أن إجمالي كميات المادة العالقة المارة أمام هذين المكانين لا بد أن تكون مساوية لبعضها البعض تقريباً. وسنحصل على نتيجة نهائية عندما نضرب معدل تدفق النهر على امتداد عشرة أيام متتالية في نسب المادة العالقة خلال نفس الفترة، ثم نقارن إجمالي النتائج لموسم الفيضان بأكمله عند المكانين، كما في الجدول التالي:

جدول (٣٧) مقارنة إجمالي كميات المادة العالقة المحمولة أمام وادي حلفا والجعافرة خلال موسم الفيضان لعام ١٩٢٩ – من الملاحظات التي سجلتها مصلحة المساحة الجيولوجية في المكانين

فترة عشرة أيام	وادي حلفا			الجعافرة		
	إجمالي تدفق النهر	المادة العالقة	إجمالي المادة العالقة	اجمالي تدفق النهر	المادة العالقة	إجمالي المادة العالقة
	كيلو متر مكعب	جزء في المليون	مليون طن	كيلو متر مكعب	جزء في المليون	مليون طن
٢١-٣١ يوليو	٥.٢٩	١٦٨٣	٨.٩٠	٤.٥٣	١٠٨٢	٤.٩٠
١-١٠ اغسطس	٧.٣٩	٢٥٩٩	١٩.٢١	٦.٦٤	٢٥١٤	١٦.٦٩
١١-٢٠ اغسطس	٨.٣٦	٢٥١٦	٢١.٠٣	٧.٩٣	٢٤٧١	١٩.٦٠
٢١-٣٠ اغسطس	٩.٦٤	٢٢٧١	٢١.٨٩	٩.٦٠	٢٢٢٢	٢١.٣٣
١-١٠ سبتمبر	٩.٢٤	١٩١٧	١٧.٧١	٩.٥٠	١٨٣٨	١٧.٤٦
١١-٢٠ سبتمبر	٨.٦٣	١٧٩٢	١٥.٤٦	٨.٩٦	١٧٠٤	١٥.٢٧
٢١-٣٠ سبتمبر	٧.٩٠	١٣٥٤	١٠.٧٠	٨.٢٩	١٤٩٨	١٢.٤٢
١-١٠ اكتوبر	٦.٨٧	١٠٦٥	٧.٣٢	٦.٩٤	١١٢٣	٧.٧٩



١١-٢٠ اكتوبر	٦.٠٢	٨.٠٤	٤.٨٤	٥.٩٧	٨٦١	٥.١٤
٢١-٣١ اكتوبر	٥.٨٢	٦٨١	٣.٩٦	٥.٦٢	٦٨٤	٣.٨٤
١-١٠ نوفمبر	٤.٠٥	٥.٠٦	٢.٠٥	٤.١١	٥.٠١	٢.٠٦
١١-٢٠ نوفمبر	٢.٩٥	٣٦١	١.٠٦	٣.١٣	٣١٧	٠.٩٩
٢١-٣٠ نوفمبر	٢.٣٢	١٧٢	٠.٤٠	٢.٣٣	١٦١	٠.٣٨
الاجمالي	٨٤.٤٨		١٣٤.٥٣	٨٣.٥٥		١٢٧.٨٧

سيلاحظ من المقارنة السابقة أن إجمالي كميات المادة العالقة المارة أمام وادي حلفا والجعافرة فيما بين ٢١ يوليو و٣٠ نوفمبر ١٩٢٩ كانت على الترتيب ١٣٤.٥٣ مليون طن و١٢٧.٨٧ مليون طن. وبذلك، فإن الفرق بين الكميتين هو خمسة بالمائة فقط، والذي لا يعد أكبر من الخطأ المحتمل حدوثه في تقدير تدفق الفيضان. وباستثناء موسم الفيضان فإن كميات المادة العالقة التي تمر بكلا المكانين في بقية فصول السنة تعد ضئيلة المقدار؛ فقد نستنتج أنه ضمن حدود خطأ الملاحظة أن مقدار إجمالي كميات المادة العالقة التي يحملها النيل سنويا قبالة الجعافرة هو نفس مقدار إجمالي المادة العالقة أمام وادي حلفا؛ وبالتالي لو كان الغرين يتراكم في خزان أسوان، فسيكون ذلك بمعدل بطيء للغاية.[١٣]

ويلاحظ أن كمية المادة العالقة تتناقص بشكل سريع أسفل مجرى النهر شمال الجعافرة، حسبما يتضح من إجراء مقارنة مشابهة لتلك المقارنة السابقة لإجمالي كميات المادة العالقة المحمولة قبالة وادي حلفا والقاهرة على الترتيب خلال مواسم الفيضان المتعاقبة ١٩٢٩ و١٩٣٠ و١٩٣١. ومع ذلك، عند إجراء هذه المقارنة نحتاج إلى أن نضع في حسباننا الوقت الذي تستغرقه مسيرة مياه النهر بين هذين المكانين، والذي يتراوح بين تسعة إلى عشرة أيام خلال مواسم الفيضان. ويعرض جدول (٣٨) مقارنة للبيانات (استنادا على كمية تصرف النهر ونسب المادة العالقة عند وادي حلفا حسبما قاستها مصلحة الطبيعيات، ونسب المادة العالقة قبالة القاهرة حسبما قاستها وزارة الصحة العمومية) وفيه يلاحظ أن الأرقام الخاصة بالقاهرة تمتد على فترات تبدأ وتنتهي بعد تاريخ وادي حلفا بمقدار عشرة أيام، وبالتالي فهي تسمح بعمل رقم تقريبي لمعدل فترة انتقال مياه النهر بين المكانين.

إن التوافق المتعادل بعض الشيء للنسب الموجودة بين كميات المادة العالقة المارة أمام القاهرة وتلك الكميات المارة أمام وادي حلفا في مواسم الفيضان المتتالية الثلاثة - بالرغم من الفروق الكبيرة في تدفق ومحتوى المادة العالقة بالنهر في السنوات المختلفة - يُعدُّ مذهلاً، وقد يبدو من قبيل الصدفة أنه يشير الى أنه على الرغم من أن البيانات الخاصة بنسب المادة العالقة في القاهرة تعد عرضةً لمقادير كبيرة من الخطأ في حالة البيانات الفردية مقارنةً بتلك البيانات الخاصة بنسب المادة العالقة في وادي حلفا – إلا أنها تبدو في الإجمال قريبة من الحقيقة على نحو مقبول. وبذلك يبدو مؤكدا أن من بين إجمالي الـ ١١٠ طن من



المادة العالقة التي تمر أمام وادي حلفا أثناء موسم الفيضان المتوسط، يتلاشى ما لا يقل عن ٥٢ مليون طن (ما يعادل ٤٧.٥ % إجمالي المادة العالقة في مياه النهر) بحلول الوقت الذي تصل فيه حمولة النهر إلى القاهرة. وحيث أن هناك – حسبما رأينا بالفعل – نقصا ضئيل المقدار من المادة العالقة، أو قد لا يكون ثمة نقص على الإطلاق، فيما بين وادي حلفا والجعافرة (والواقعة شمال أسوان بحوالي ٢٨ كم)؛ فمن الناحية العملية سيتْبع ذلك حدوث كل هذا التلاشي للمادة العالقة فيما بين أسوان والقاهرة.

جدول (٣٨) مقارنة لإجمالي كميات المادة العالقة المحمولة قبالة وادي حلفا والقاهرة خلال مواسم الفيضان لأعوام ١٩٢٩، ١٩٣٠، ١٩٣١.

فترة عشرة أيام	وادي حلفا			القاهرة		
	اجمالي تدفق النهر	المادة العالقة	إجمالي المادة العالقة	اجمالي تدفق النهر	المادة العالقة	إجمالي المادة العالقة
١٩٢٩	كيلو متر مكعب	جزء في المليون	مليون طن	كيلو متر مكعب	جزء في المليون	مليون طن
١١-٢٠ يوليو	٢.٧٣	٥٨٧	١.٦٠			
٢١-٣١ يوليو	٥.٢٩	١٦٨٣	٨.٩٠	٢.٣٦	٣٦٤	٠.٨٦
١-١٠ اغسطس	٧.٣٩	٢٥٩٩	١٩.٢١	٤.٣٦	١٢٥٢	٥.٦٤
١١-٢٠ اغسطس	٨.٣٦	٢٥١٦	٢١.٠٣	٥.٩٧	١٦٩٣	١٠.١١
٢١-٣٠ اغسطس	٩.٦٤	٢٢٧١	٢١.٨٩	٧.٥٣	١٥٢٠	١١.٤٤
١-١٠ سبتمبر	٩.٢٤	١٩١٧	١٧.٧١	٧.٣٠	١١١٦	٨.١٥
١١-٢٠ سبتمبر	٨.٦٣	١٧٩٢	١٥.٤٦	٧.٣٢	١٠٩٨	٨.٠٤
٢١-٣٠ سبتمبر	٧.٩٠	١٣٥٤	١٠.٧٠	٦.٤٥	١١٢٦	٧.٢٦
١-١٠ اكتوبر	٦.٨٧	١٠٦٥	٧.٣٢	٥.٨٣	١١٠٢	٦.٤٢
١١-٢٠ اكتوبر	٦.٠٢	٨٠٤	٤.٨٤	٦.١٠	٨٣٩	٥.١٢
٢١-٣١ اكتوبر	٥.٨٢	٦٨١	٣.٩٦	٦.٩١	٥٨٢	٤.٠٢
١-١٠ نوفمبر	٤.٠٥	٥٠٦	٢.٠٥	٥.٤٦	٥٨٣	٣.١٨
١١-٢٠ نوفمبر	٢.٩٥	٣٦١	١.٠٦	٤.٠٩	٥٠٤	٢.٠٦
٢١-٣٠ نوفمبر	٢.٣٢	١٧٢	٠.٤٠	٣.٠٧	٣٧٦	١.١٥
١-١٠ ديسمبر				٢.٢١	٢٤٦	٠.٥٤
الإجمالي لموسم الفيضان ١٩٢٩			١٣٦.١٣	٧٣.٨١		
١٩٣٠						
١-١٠ اغسطس	٥.٠١	١٦٥٤	٨.٢٩			
١١-٢٠ اغسطس	٦.٩٦	٢٤٠١	١٦.٧١	٤.١٩	١٤٠٠	٥.٨٧
٢١-٣١ اغسطس	٧.٧٧	٢٣٤٠	١٨.١٨	٦.١٧	١٤٩٩	٩.٢٥
١-١٠ سبتمبر	٦.٤٨	١٧٦٤	١١.٤٣	٥.١٨	١٦٠٥	٨.٣١
١١-٢٠ سبتمبر	٦.٥٤	١٥٦٦	١٠.٢٤	٤.٤٩	١٣٩٤	٦.٢٦



٢١-٣٠ سبتمبر	٥.٣٤	١٠٤٥	٥.٦٧	٤.٣٧	١١٨٢	٥.١٦
١-١٠ اكتوبر	٤.٩٠	٦٧٤	٣.٣٠	٣.٧٨	٨١٣	٣.٠٧
١١-٢٠ اكتوبر	٣.٦٩	٥٠٨	١.٨٧	٣.٦٢	٥٩١	٢.١٤
٢١-٣١ اكتوبر				٣.٤٤	٤٥٣	١.٥٦
الإجمالي لموسم الفيضان ١٩٣٠			٧٥.٦٩		٤١.٦٢	
١٩٣١						
١-١٠ اغسطس	٣.١٧	١٠٣٠	٣.٢٦			
١١-٢٠ اغسطس	٥.٧٠	٢٨٢٩	١٦.٤٨	٢.٣٤	٢٣٠	٠.٥٣
٢١-٣٠ أغسطس	٨.٠١	٣٦٤٥	٢٩.٢٠	٥.٤٨	١٥٨٧	٨.٧٠
١-١٠ سبتمبر	٧.٩٧	٣٣٢٣	٢٦.٤٨	٦.٠٢	٢٣٨٧	١٤.٣٧
١١-٢٠ سبتمبر	٦.٩٠	٢٢٧٩	١٥.٧٢	٥.٦٧	١٨٦١	١٠.٥٥
٢١-٣٠ سبتمبر	٦.٧٠	١٧٣٨	١١.٦٤	٤.٨٣	١٤٤٩	٧.٠٠
١-١٠ اكتوبر	٥.٧٠	١٣٣٥	٧.٦١	٤.٧٤	١٠٤٦	٤.٩٦
١١-٢٠ اكتوبر	٤.٤٠	٧٩٤	٣.٤٩	٤.٩١	٩٠٨	٤.٤٦
٢١-٣١ اكتوبر	٤.٦٦	٥٦٠	٢.٦١	٥.٨٧	٥٧٧	٣.٣٩
١-١٠ نوفمبر	٣.٤٩	٥١١	١.٧٨	٤.٢١	٤٧٢	١.٩٩
١١-٢٠ نوفمبر				٣.٤٣	٤١٩	١.٤٤
الإجمالي لموسم الفيضان ١٩٣١			١١٨.٢٧		٥٧.٣٩	

جدول(٣٩) وبتلخيص النتائج الخاصة بمواسم الفيضان الثلاثة يكون لدينا الآتي:

	موسم الفيضان			المتوسط الحسابي
	١٩٢٩	١٩٣٠	١٩٣١	
إجمالي المادة العالقة المارة أمام وادي حلفا، بالمليون طن	١٣٦.١٣	٧٥.٦٩	١١٨.٢٧	١١٠.٠
إجمالي المادة العالقة المارة أمام القاهرة، بالمليون طن	٧٣.٨١	٤١.٦٢	٥٧.٣٩	٥٧.٦
الفرز، بالمليون طن	٦٢.٣٢	٣٤.٠٧	٦٠.٨٨	٥٢.٤
نسبة إجمالي كمية المادة العالقة المارة أمام القاهرة الي تلك الكمية المارة امام وادي حلفا.	.542	.552	.485	.525



وهنا يبرز السؤال شديد الأهمية بخصوص كيفية حدوث هذا النقص الكبير في المادة العالقة فيما بين أسوان والقاهرة. فمن الواضح أن جزءاً على الأقل من هذا النقص يرجع إلى ترسب الغرين على الأراضي المروية في صعيد مصر. لكن من دراسة لكميات المياه وللمادة العالقة المأخوذة من النهر عن طريق الترع والمضخات المخصصة لأغراض الري في صعيد مصر خلال مواسم الفيضانات الثلاثة ١٩٢٩، ١٩٣٠، ١٩٣١... سيبدو في الغالب إن ثلث إجمالي كمية المواد العالقة التي تتلاشى سنوياً بين هذين المكانين يمكن تفسيره على النحو الذي توضحه فيما يلي.

تقوم مصلحة الري كل عشرة أيام من السنة بتقدير وتسجيل كميات المياه التي تأخذها ترع وقنوات الري من النهر فيما بين أسوان والقاهرة. والكميات المسجلة لفترات العشرة أيام المتلاحقة على امتداد مواسم الفيضان ١٩٢٩، ١٩٣٠، ١٩٣١ موضحة في العمودين الثالث والرابع من جدول (٣٦). لا تتوافر سجلات مماثلة لكميات المياه المأخوذة من النهر عن طريق المضخات خلال نفس الفترة، وتخضع العديد من المضخات للملكية الخاصة، ولكننا قد نتوصل إلى تقدير تقريبي لهذه الكميات بالطريقة التالية:

تقدّر مصلحة الري أنه في كل من السنوات الثلاث ١٩٢٩، ١٩٣٠، ١٩٣١ كانت مساحة الأرض الزراعية التي تروى بمياه النهر عن طريق المضخات (فيما بين أسوان والقاهرة) تبلغ حوالي سُدس (نحو ١٧ %) تلك المساحة التي تروى بانتظام عن طريق الترع والقنوات. ولأن الري بالمضخات هو في مجمله ريٌّ دائم؛ فمن الصواب أن نفترض أن كمية المياه التي تُضخ من النهر فيما بين المكانين ستبلغ – على أقصى تقدير– حوالي سدس مساحة الأرضي التي تُروى رياً دائما عن طريق الترع.

فيما يختص بنسب المادة العالقة الموجودة في المياه، والتي تأخذها الترع والمضخات في فترات العشرة أيام المتعددة (الفترات العشرية)؛ فأعتقد إننا لن نقع في خطأ كبير إذا افترضنا أن النسبة المتوسطة خلال أي فترة عشرية معينة هي المتوسط الحسابي للنسب المسجلة في وادي حلفا والقاهرة على الترتيب خلال نفس الفترة الزمنية. وإذا افترضنا افتراضاً آخر أن المصارف لا تعيد أياً من المواد العالقة المأخوذة من النهر- عن طريق المضخات والترع - إليه مرة أخرى، فمن الأرجح بالتأكيد أننا لن نبخس تقدير إجمالي كمية المادة التي أزيلت بشكل دائم من المعلق.

يعرض جدول (٤٠) الحسابات التي أجريتها بناءً على البيانات الواردة بالأعلى من أجل التأكد بقدر الإمكان من إجمالي كميات المادة العالقة التي تلاشت من النهر فيما بين أسوان والقاهرة - بفعل الترع والمضخات - خلال مواسم الفيضان الثلاثة ١٩٢٩، ١٩٣٠ و ١٩٣١... أي خلال نفس الفترات التي تم فيها التأكد بالضبط من حدوث تناقص في إجمالي كميات المادة العالقة في النهر أثناء عبوره بين أسوان والقاهرة، بناءً على البيانات المسجلة. يمدنا العمود الأول من الجدول بالفترات العشرية المتتالية، والعمود الثاني به الأرقام المتوسطة بالأجزاء في المليون للمادة العالقة الموجودة في ماء النهر بين أسوان والقاهرة، والمشتقة من الوسط الحسابي للنسب الملاحَظة والمسجَّلة عند وادي حلفا والقاهرة خلال تلك الفترات العشرية. أما العمودان الثالث والرابع فيتضمنان كميات المياه بالكيلومتر المكعب-حسبما قدرتها مصلحة الري-التي أخذتها الترع من النهر، للري بالحياض والري الدائم على الترتيب. يحتوي العمود الخامس على



الكميات التقريبية من المياه التي أخذتها المضخات من النهر، بافتراض أن هذه الكميات هي سدس تلك الكميات التي تأخذها الترع والقنوات للري الدائم. يحتوي العمود السادس على إجمالي كميات المياه المأخوذة من النهر عن طريق الترع والمضخات معاً، عن طريق جمع الأرقام في الأعمدة الثلاثة السابقة، بينما يحتوي العمود الأخير على كميات المادة العالقة التي تلاشت من النهر، بملايين الأطنان، عن طريق ضرب إجمالي الكيلومترات المكعبة من الماء في الأجزاء في المليون للمادة العالقة، وقسمة الناتج على ١٠٠٠.

على ذلك، فمن الـ ٥٢ مليون طن أو نحوها من المادة التي تلاشت من الحمولة العالقة في النهر فيما بين أسوان والقاهرة في غضون موسم فيضان متوسط، يمكن إثبات أن ١٦ مليون طن فقط قد تلاشت عن طريق الترع والمضخات التي تستمد مياهها من النهر فيما بين هذين المكانين. ولذلك، لا بد أن الـ ٣٦ مليون طن أو نحوها قد تلاشت بطريقة أخرى، والطريقة الأخرى التي تبدو مقنعة لنا هي أنها قد ترسبت على قاع النهر، وبالتالي فإنها قد استُخدمت في رفع مستوى قاع النهر أو في زيادة "حمولة قاع " النهر.

جدول (٤٠) حساب إجمالي كميات المادة العالقة التي تلاشت من النيل فيما بين أسوان والقاهرة بواسطة المضخات والترع، خلال مواسم الفيضان لأعوام ١٩٢٩، ١٩٣٠، ١٩٣١.

الفترات العشرية	الأجزاء في المليون للمادة العالقة في النهر، المتوسط الحسابي بين وادي حلفا والقاهرة	الكيلو مترات المكعبة من المياه المأخوذة من النيل				المادة العالقة التي تلاشت من النهر
		عن طريق الترع		بالمضخات (للرى الدائم)	الإجمالي	
		لرى الحياض	للرى الدائم			مليون طن
١٩٢٩						
١١-٢٠ يوليو	٤٠٦	----	٠.٣٠	٠.٠٥	٠.٠٣٥	٠.١٤
٢١-٣١ يوليو	١٠٢٤	----	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٤٢	٠.٤٣
١-١٠ اغسطس	١٩٢٦	---	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٤٢	٠.٨١
١١-٢٠ اغسطس	٢١٠٥	٠.٤٦	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٨٨	١.٨٥
٢١-٣١ اغسطس	١٨٩٦	٠.٦٦	٠.٤٠	٠.٠٧	١.١٣	٢.١٤
١-١٠ سبتمبر	١٥١٦	٠.٨٧	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٢٩	١.٩٦
١١-٢٠ سبتمبر	١٤٤٤٥	١.٤١	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٨٣	٢.٦٤
٢١-٣٠ سبتمبر	١٢٤٠	١.٧٢	٠.٣٦	٠.٠٦	٢.١٤	٢.٦٥
١-١٠ اكتوبر	١٠٨٤	١.٠٨	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٥٠	١.٦٣
١١-٢٠ اكتوبر	٨٢٢	٠.٦٠	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٠٢	٠.٨٤
٢١-٣١ اكتوبر	٦٣٢	٠.٠٨	٠.٤٠	٠.٠٧	٠.٥٥	٠.٣٥
١-١٠ نوفمبر	٥٤٥	-----	٠.٢٦	٠.٠٤	٠.٣٠	٠.١٦
١١-٢٠ نوفمبر	٤٣٢	----	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٢٣	٠.١٠



٢١-٣٠ نوفمبر	٢٧٤	----	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٢٣	٠.٠٦
١-١٠ ديسمبر	١٧٣	----	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٢٣	٠.٤
						١٥.٨٠
١٩٣٠						
١-١٠ اغسطس	٩٦٦	---	٠.٣٥	٠.٠٦	٠.٤١	٠.٤٠
١١-٢٠ اغسطس	١٩٠٠	٠.٢٨	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٧٠	١.٣٣
٢١-٣٠ اغسطس	١٩٢٠	٠.٦٧	٠.٤٠	٠.٠٧	٠.١٤	٢.١٠
١-١٠ سبتمبر	١٦٨٥	٠.٩٩	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٤١	٢.٣٧
١١-٢٠ سبتمبر	١٤٨٠	١.٥٠	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٩٢	٢.٨٤
٢١-٣٠ سبتمبر	١١١٣	١.٢٨	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٧٠	١.٨٩
١-١٠ اكتوبر	٧٤٤	٠.٩٥	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٣٧	١.٠٢
١١-٢٠ اكتوبر	٥٥٠	٠.٥٨	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٠٠	٠.٠٥
٢١-٣١ اكتوبر	٣٥١	٠.٢٠	٠.٤٠	٠.٠٧	٠.٠٧	٠.٢٣
						١٢.٨٢
١٩٣١						
١-١٠ اغسطس	٥٢٩	---	٠.٣١	٠.٠٥	٠.٣٦	٠.١٩
١١-٢٠ اغسطس	١٥٦١	٠.٣٧	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٧٩	١.٢٣
٢١-٣١ اغسطس	٢٦١٦	٠.٨٧	٠.٤٠	٠.٠٧	١.٣٤	٣.٥٠
١-١٠ سبتمبر	٢٨٥٥	١.٢٤	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٦٦	٤.٧٤
١١-٢٠ سبتمبر	٢٠٧٠	١.٥٧	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٩٩	٤.١٢
٢١-٣٠ سبتمبر	١٥٩٤	١.٧٢	٠.٣٦	٠.٠٦	٢.١٤	٣.٤١
١-١٠ اكتوبر	١١٩	١.٣٥	٠.٣٦	٠.٠٦	١.٧٧	٢.١١
١١-٢٠ اكتوبر	٨٥١	٠.٣٦	٠.٣٦	٠.٠٦	٠.٧٨	٠.٦٦
٢١-٣١ اكتوبر	٥٦٨	٠.٠٢	٠.٣١	٠.٠٥	٠.٣٨	٠.٢٢
١-١٠ نوفمبر	٤٩٢	----	٠.٢١	٠.٠٤	٠.٢٥	٠.١٢
١١-٢٠ نوفمبر	٣٣٤	----	٠.٢٤	٠.٠٤	٠.٢٨	٠.٠٩
						٢٠.٣٩

جدول (٤١) وبجمع النتائج يكون لدينا:

	موسم الفيضان			المتوسط الحسابي
	١٩٢٩	١٩٣٠	١٩٣١	
المادة العالقة المتلاشية فيما بين أسوان والقاهرة بالمليون طن	٦٢.٣٢	٣٤.٠٧	٦٠.٨٨	٥٢.٤٢
المادة العالقة التي إزالتها الترع والمضخات بالمليون طن	١٥.٨٠	١٢.٨٢	٢٠.٣٩	١٦.٣٤
الفرز، بالمليون طن	٤٦.٥٢	٢١.٢٥	٤٠.٤٩	٣٦.٠٨
لمادة العالقة التي إزالتها الترع والمضخات معبراً عنها بالنسبة المئوية لإجمالي المواد المتلاشية	٢٥.٣ %	٣٧.٦ %	٣٣.٤ %	٣١.١ %



لكن في الغالب إن عملية حسابية غاية في البساطة تُظهر في الحال كيف أن نسبة صغيرة من المادة العالقة يمكن أن تذهب الى رفع مستوى قاع النهر. يبلغ إجمالي مساحة قاع النهر فيما بين أسوان والقاهرة ٨٥٠ كم تقريباً، وقد وُجد بالتجربة العملية أن طمي النيل في حالته الرطبة -حسبما أخذ من قيعان الترع والمصارف -يحتوي في المتوسط على 1^{-2} طن (أي ٠.٠١ طن) من المادة الصلبة الجافة لكل متر مكعب. ومن ثم، لو أن كل الـ ٣٦ مليون طن من المادة العالقة لم تترسب على قاع النهر وظلت مستقرة هناك، فستسبب رفعاً متوسطاً لقاع النهر وبالتالي للنهر نفسه، فيما بين أسوان والقاهرة، يمكن تقديره على النحو التالي:

$$4.23 = \frac{36}{850\ x\ 0.01}$$

أي أن معدل الترسيب في القاع على هذا النحو في حدود ٤ سنتيمترات تقريباً، في موسم فيضان واحد. ومن المؤكد أن المستوى المتوسط لقاع النهر فيما بين هذين المكانين لا يرتفع حتى ٢٠/١ من هذا المعدل.

لذلك من الناحية العملية، لابد أن نستنتج أن كل الـ ٣٦ مليون طن أو نحوها من المادة الصلبة التي تتلاشى سنويا من الحمولة العالقة في ماء النيل بين أسوان والقاهرة (ما يزيد عن ١٦ مليون طن أو نحو ذلك تزيله قنوات الري والمضخات) يترسب على قاع النهر، وهناك يتم اكتساحه وإجلاؤه كجزء من حمولة القاع.

وبجمع استنتاجاتنا المتعلقة بما سيحدث لإجمالي كمية المواد العالقة التي تُحمل سنوياً قبالة وادي حلفا؛ فسنجد أن من الـ ١١٠ مليون طن -أو نحو ذلك -من المادة العالقة التي تمر أمام ذلك المكان في السنة العادية، فإن حوالي ١٦ مليون طن (أو ١٤.٥ %) تسحبه الترع والمصارف من النهر في صعيد مصر. و٣٦ مليون طن (أو حوالي ٣٣ %) من المادة العالقة تترسب كجزء من حمولة القاع، والـ ٥٨ مليون طن المتبقية (٥٢.٥%) تظل معلقة في النهر عند مروره قبالة القاهرة.

وفيما يختص بما يمكن اعتباره إجمالي كمية حمولة القاع -التي يزيحها النهر سنويا قبالة القاهرة - فلا توجد لدينا وسائل حالياً لعمل أي تقدير موثوق به، ولم تُجر بعد أي محاولات لفحص حركة الرمال والغرين على امتداد قاع النهر. كل ما نثق في معرفته هو أنه مهما كانت حمولة القاع التي ينقلها النهر سنويا قبالة وادي حلفا، فإن كميته ستظل كما هي عند أسوان، لكنها ستزيد بمقدار ٣٦ مليون طن تقريبا فيما بين أسوان والقاهرة. ومن المرجح أن إجمالي كمية الرمل والغرين المنقولة في صورة حمولة قاع قد تكون أكبر بكثير من تلك المنقولة في شكل حمولة عالقة.



اختلاف نسب المادة العالقة باختلاف عمق النهر

يعود الفضل في تسجيل أولى ملاحظات التحقق من نسب المادة العالقة في النيل عند أعماق مختلفة إلى مستر هيوز Hughes في عام ١٩١٧، والذي قام في ٢٦ سبتمبر من نفس العام نسب المادة العالقة في عينات جمعت من أعماق تتراوح من متر إلى ثمانية أمتار في وسط مجرى النهر جنوب قناطر الدلتا بنحو ٣٠٠ متر، حيث كان عمق النهر في ذلك الوقت ٩.٥ متر. ويعرض الجدول التالي النتائج التي حصل عليها، وسيلاحظ أنها تدل على حدوث زيادة مستمرة في الكمية النسبية للمادة العالقة بازدياد العمق، وأن النسبة عند مستوى ١.٥ متر فوق قاع النهر تعد تقريباً ضعف النسبة عند عمق متر تحت صفحة النهر.

جدول (٤٢) نسب المادة العالقة في النيل في عينات جمعت من أعماق تتراوح من متر إلى ثمانية أمتار في وسط مجرى النهر عند نقطة تقع أعلى مجرى النهر على بعد ٣٠٠ متر من قناطر الدلتا

العمق بالأمتار تحت السطح	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المتوسط الحسابي
المادة العالقة بالجزء في المليون	٣٥٩	٤٢٨	٤٨٧	٥١٧	٥٣٠	٥٦٦	٦٥٤	٦٥٨	٥٢٦
النسبة إلى المتوسط الحسابي	٠.٦٨	٠.٨١	٠.٩٣	٠.٩٨	١.٠١	١.٠٨	١.٢٢	١.٢٥	١.٠٠

قام مستر بوكلي Buckley من مصلحة الري بتسجيل سلسلة أخرى من الملاحظات لنفس الغرض عام ١٩٢١، عند "البليدة "، الواقعة على مسافة ٤٢ كم جنوب القاهرة، وجُمعت العينات من أعماق: $^1/_5$، $^2/_5$ ، $^3/_5$، $^4/_5$ من العمق الكلي للنهر، كلها عند ست نقاط موزعة عبر النهر أسبوعياً من ٤ يوليو إلى ٢٧ ديسمبر. ونرى في جدول (٤٣) ملخصا للمتوسطات الشهرية (بالجزء في المليون) التي تم قياسها. وسيلاحظ هنا أيضاً تزايد نسبة المادة العالقة بشكل مطَّرد بازدياد العمق، وأن النسب عند عمق $^1/_5$ أدنى من المتوسط الحسابي بنحو ١١% وعند عمق $^4/_5$ أعلى بنحو ١٣% من المتوسط الحسابي.

جدول (٤٣) المادة العالقة عند ارتفاعات مختلفة في النيل عند البليدة لعام ١٩٢١ (مصلحة الري) بالأجزاء في المليون أو بالمليجرامات لكل لتر.

الشهر	الاجزاء من العمق الكلي				المتوسط الحسابي
	١/٥	٢/٥	٣/٥	٤/٥	
يوليو	٧٣	٧٨	٨٧	٩٣	٨٣
اغسطس	٨٥٥	٩٢٩	٩٩١	١١٦٠	٩٨٤
سبتمبر	١٢٨٤	١٣٥٦	١٤٦٣	١٥٨٣	١٤٢١

اكتوبر	٨٢٥	٨٨٨	٩٦٠	١٠٢٨	٩٢٥
نوفمبر	٣٧١	٣٩٧	٤٣٠	٤٦٣	٤١٥
ديسمبر	١٣٨	١٤٤	١٥٠	١٦٢	١٤٨
متوسط ستة أشهر	٥٩١	٦٣٢	٦٨٠	٧٤٨	٦٦٣
النسبة الى المتوسط الحسابي	٠.٨٩	٠.٩٥	١.٠٣	١.١٣	١.٠٠

أجرت المصلحة الجيولوجية حسابات إضافية لنسب المادة العالقة على أعماق مختلفة في الجعافرة ووادي حلفا خلال موسم الفيضان لعام ١٩٢٩، وعند وادي حلفا خلال مواسم الفيضان لعامي ١٩٣٠-١٩٣١، وأخذت العينات مرتين أسبوعياً على الأقل من ثلاثة أعماق مختلفة، وكل عينة في عام ١٩٢٩ و١٩٣٠ أخذت من ثمان نقاط موزعة عبر النهر، وفي ١٩٣١ من خمس نقاط موزعة عبر النهر. وكان أدنى عمق أُخذت منه العينات في كل حالة قد بلغ ٥٠ سنتميترا فوق قاع النهر، وقد وُجد أنه لو أخذت العينات لعمق أقرب لقاع النهر من ذلك العمق السابق، فلن تكون النتائج موثوقة، لأن زجاجة أخذ العينة التي تنزل لجمع العينات ستسبب دوامات تؤدى إلى خلط العينة بكميات مختلفة من الغرين النازح من قاع النهر نفسه.

يمدنا جدول (٤٤) بملخص لمتوسط نسب المادة العالقة التي كُشف عنها عند أعماق مختلفة من وادي حلفا خلال مواسم الفيضان لعامي ١٩٣٠، ١٩٣١، بالإضافة إلى المتوسطات المماثلة كما تم حسابها عبر المقطع العرضي الكامل للنهر. وفيما يتعلق بهذه المتوسطات، يجب التنويه أنه بما أن سرعة النهر تختلف باختلاف العمق(١٤)؛ فإن النسبة المتوسطة للمادة العالقة في المياه المارة بالمقطع العرضي الكامل للنهر لا تعد المتوسط الحسابي المباشر للنسب عند أعماق مختلفة. وتعبر الأرقام في عمود "المتوسط الحسابي للسرعة بعد تصحيحه" عن المتوسطات التقريبية للماء المار بالمقطع العرضي الكامل للنهر، كما حُسبت من النسب المرصودة عند أعماق مختلفة، مع الأخذ في الاعتبار الاختلافات المماثلة في سرعة النهر. سيلاحظ هنا مرة أخرى أن نسب المادة العالقة تزيد باضطراد مع زيادة العمق، وأن النسبة عند أربعة أخماس العمق الكلي تعد ضعف المتوسط الحسابي بـ ١.١٤ مرة (وبذلك تتفق بشكل مقارب مع النتائج المذكورة سابقا عند البليدة)، وأن النسبة عند عمق ٥٠ سنتيمتر فوق قاع النهر تعد ضعف المتوسط الحسابي بمقدار مرة وربع.

جدول (٤٤) المادة العالقة عند أعماق مختلفة في النيل عند وادي حلفا خلال موسمي الفيضان لعامي ١٩٣٠، ١٩٣١ (المصلحة الجيولوجية) بالأجزاء في المليون أو المليجرامات لكل لتر.



الشهر	النسبة من العمق الكلي للنهر					المتوسط الحسابي للسرعة بعد تصحيحه
	٥٠ سم تحت السطح	٢/١	٠.٦٥	٥/٤	٥٠ سم فوق قاع النهر	
اغسطس ١٩٣٠	٢.٣١	٢٢٩٦			٣١٢٤	٢٣٦٧
سبتمبر ١٩٣٠	١٢٣٠	١٣٧٣				
اكتوبر ١٩٣٠	٥٢٦	٦٢١				
متوسط الأشهر الثلاثة لعام ١٩٣٠	١٦٢٦	١٤٣٠			٢١٧٦	١٥٤٨
اغسطس ١٩٣١	٢٦٠١	٢٣٧٨	٢٧٨٨	٣.٩٢	٢٩٦٧	٢٥٥٠
سبتمبر ١٩٣١	٢٣٣١	٢٥٤٩	٢٥٨٠	٢٨٤٦	٢٨٦٤	٨٦٠
اكتوبر ١٩٣١	٧٤٠	٨٢٧	٨٣١	١١٣٠	١٠٦٠	
متوسط الاشهر الثلاثة لعام ١٩٣١	١٨٩١	١٩١٨	٢.٦٦	٢٣٥٦	٢٢٩٧	٢.٦٠
النسبة الى المتوسط الحسابي ١٩٣٠	٠.٨٢	٠.٩٢			١.٤٠	
النسبة الى المتوسط الحسابي ١٩٣١	٠.٩٢	٠.٩٣	١.٠٠	١.١٤	١.١١	
متوسط نسبة المتوسط الحسابي	٠.٨٧	٠.٩٢	[١.٠٠]	[١.١٤]	١.٢٥	

إن القيمة النسبية لمقدار المادة العالقة التي كُشف عنها عند عمق ٥٠ سم تحت السطح في الملاحظات المذكورة بالجدول السابق، (أي ٠.٨٧ من المتوسط الحسابي للمقطع العرضي الكامل للنهر) تعد ذات أهمية خاصة حيث تمكننا من اشتقاق نسب المتوسط التقريبي للمقطع العرضي الكامل للنهر عند القاهرة بناء على الحسابات الأسبوعية التي تجريها هناك مصلحة الصحة العمومية في هذه السنوات وغيرها، وقد جُمعت العينات الخاصة بها من عمق نصف متر تحت صفحة الماء في منتصف المجرى.

حجم الجزيئات العالقة

تتكون المادة العالقة لماء النيل في الأساس من مواد معدنية في حالة جزيئات شديدة النعومة، فنادراً ما يتعدى قطر أكبر الجزيئات $^1/_5$ ملليمتر، بينما يعد أصغر الجزيئات شديد الضآلة لدرجة أنه من النادر أن تظهر تحت أعلى تكبير للميكروسكوب. النسب التي توجد بها الجزيئات ذات الأحجام المختلفة يمكن التحقق منها عن طريق التحليل الميكانيكي، وطريقته المعتادة هي فصل الجزيئات التي تتكون منها المادة العالقة إلى أربع فئات، تتضمن كل فئة حجماً معيناً لقُطر الجزيئات، كما يلي:

١. **الرمل الخشن**، يتكون من جزيئات يزيد قطرها عن ٠.٢ ملم. هذه الجزيئات تُفصل عن بعضها بواسطة النخل بغُربال ذي فتحات شبكية ملائمة قبل المضي في المزيد من الاجراءات.

٢. **الرمل الناعم**: يتكون من جزيئات يتراوح قطرها بين ٠.٢ و٠.٠٢ ملم، ويستغرق إرسابها أقل من ٤- ٨ دقائق في معلق مائي قدره ١٠ سنتيمترات.



٣.**السلت Silt (الغرين)**: يتكون من جزئيات يتراوح قطرها بين ٠.٠٢ و٠.٠٠٢ مم، والتي يستغرق إرسابها ما يزيد على ٤-٨ دقائق، ولكن لأقل من ثماني ساعات في معلق مائي قدره ١٠ سنتيمترات.

٤.**الصلصال**: يتكون من جزيئات قطرها أقل من ٠.٠٠٢ مم، والتي يستغرق إرسابها ما يزيد عن ثماني ساعات في معلق مائي قدره ١٠ سنتيمترات.

وقد قام السيد فيكتور موصيري بشكل شهري منتظم فيما بين ديسمبر ١٩٢٤ ويوليو ١٩٢٧بإجراء تحليلات ميكانيكية للمادة العالقة المحمولة في النيل عند القاهرة، على عينات جُمعت من عمق مترين تحت سطح النيل في البحر الأعمى قرب كوبري الإنجليز(١٥). وقد أمدنا المتوسط الحسابي لإحدى وثلاثين تحليلا بالنسب المئوية التي يعرضها الجدول التالي:

جدول (٤٥) عينات جُمعت من عمق مترين تحت سطح النيل بالبحر الأعمى، قرب الكوبري الانجليزي. وقد أمدنا المتوسط الحسابي لإحدى وثلاثين تحليلا بالنسب المئوية التالية:

الرمل الخشن %	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %
٠.٢	١٢.٧	٢٥.٣	٦١.٨

يتكون جزيء الصلصال من مادة شديدة النعومة لدرجة أنها لا تترسب حتى عند ركودها لفترة زمنية طويلة؛ فهي بالتالي ذات طبيعة متضاربة. وقد حدد مستر موصيري – بناء على ١٨ عينة من الإحدى وثلاثين التي اختبرها – نسب المادة التي تظل معلقة بعد ركودها لمدة ثلاثة شهور، ووجد أن متوسطها يبلغ حوالي ٧.٥ % من إجمالي المادة العالقة الأصلية أو حوالي ١٢.١ % من نسبة جزيء الصلصال.

وقد وجد موصيري أن نسب الأحجام المختلفة من الجزيئات يتباين باختلاف السنوات وفصول السنة أيضاً، ففي خلال موسم الفيضان مقارنة ببقية فصول السنة تكون نسب الرمل الناعم والغرين أكبر مقداراً بينما تكون نسب الصلصال أقل، كما يوضح جدول(٤٦) .

جدول (٤٦) النسب المئوية للرمل والغرين والصلصال في المادة العالقة للنيل عند القاهرة ١٩٢٤ – ١٩٢٧ (موصيري)

	الرمل الخشن	الرمل الناعم	الغرين	الصلصال	المادة شبه الغروية الموجودة في الصلصال
	%	%	%	%	%
المتوسط خلال شهور الفيضان (اغسطس – نوفمبر)١٩٢٥	٠.٣	١٥.٩	٢٤.٨	٥٩.٠	٧.٦
المتوسط خلال شهور الفيضان (اغسطس – نوفمبر)١٩٢٦	٠.١	٢١.١	٢٧.٩	٥٠.٩	غير محددة
المتوسط الحسابي لشهور الفيضان الأربعة (اغسطس – نوفمبر)	٠.٢	١٨.٥	٢٦.٣	٥٥.٠	٧.٦
المتوسط من ديسمبر ١٩٢٤ الى يوليو ١٩٢٥	٠.٣	١٢.٧	٢٤.٤	٦٢.٦	٦.٥



المتوسط من ديسمبر ١٩٢٥ الى يوليو ١٩٢٦	٠.٢	١٠.٩	٢٥.٤	٦٣.٥	٨.٥
المتوسط من ديسمبر ١٩٢٦ الى يوليو ١٩٢٧	٠.١	٨.٩	٢٤.٩	٦٦.١	غير محددة
المتوسط الحسابي للشهور الثمانية (ديسمبر – يوليو)	٠.٢	١٠.٨	٢٤.٩	٦٤.١	[٧.٥]

وعند وادي حلفا قامت مصلحة الطبيعيات بحساب النسب المئوية للجزيئات متغيرة الأحجام في المادة العالقة للنهر، على فترات أسبوعية خلال موسمي الفيضان لعام ١٩٣٠ و١٩٣١، وجُمعت العينات في كل موسم من ٢٤ – ٣٦ نقطة في المقطع العرضي للنهر، وأُرسلت للتحليل الميكانيكي بالطريقة المذكورة سابقا.

لا توجد نسبة ملحوظة للرمل الخشن (أية حبيبات يتعدى قطرها ٠.٢ مم) في أي من العينات التي جرى فحصها، على الرغم من أن حبيبة واحدة كانت موجودة داخل عينة أو عينتين. في جدول (٤٧) نجد المتوسط الشهري للنسب المئوية من الرمل والغرين والصلصال للمقطع العرضي الكامل في النهر، وصُححت من أجل التغيرات في سرعة النهر حسب العمق.

جدول (٤٧) متوسط النسب المئوية للرمال والغرين والصلصال في المادة العالقة من ماء النيل عند وادي حلفا خلال موسمي الفيضان ١٩٣٠ – ١٩٣١ (المصلحة الجيولوجية)

الشهر	١٩٣٠			١٩٣١			المتوسط الحسابي للسنتين		
	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %
اغسطس	٣٠	٤٢	٢٨	١٨	٤٢	٤٠	٢٤	٤٢	٣٤
سبتمبر	٤٠	٣٩	٢١	٢٩	٤٢	٢٩	٣٥	٤٠	٢٥
اكتوبر	٤٩	٢٧	٢٤	٤٠	٤٢	٢٩	٣٥	٤٠	٢٥
متوسط الثلاثة شهور	٤٠	٣٦	٢٤	٢٩	٤٠	٣١	٣٤	٣٨	٢٨

جدول (٤٨) النسب المئوية التي سُجلت عند ذروة الفيضان، أي عند نهاية شهر اغسطس تقريبا

	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %
١٩٣٠	٣٤	٤٠	٢٦
١٩٣١	٢٢	٤٤	٣٤
المتوسط الحسابي	٢٨	٤٢	٣٠



جدول (٤٩) متوسط النسب المئوية من الرمل والغرين والصلصال عند أعماق مختلفة في النهر عند وادي حلفا خلال مواسم الفيضان لعام ١٩٣٠ و١٩٣١.

	١٩٣٠			١٩٣١			المتوسط الحسابي للسنتين		
	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %	الرمل الناعم %	الغرين %	الصلصال %
عمق ٥٠ سم من السطح	٢٣	٤٧	٣٠	١٩	٤٥	٣٦	٢١	٤٦	٣٣
عمق متوسط	٣٢	٤١	٢٧	٢٤	٤٣	٣٣	٢٨	٤٢	٣٠
٠.٦٥ من العمق الكلي	--	--	--	٢٥	٤٣	٣٢	---	--	--
٠.٨٠ من العمق الكلي	---	--	--	٣٤	٣٨	٢٨	--	--	--
٥٠ سم من قاع النهر	٥٣	٢٩	١٨	٣٢	٣٩	٢٩	٤٣	٣٤	٢٣

سيلاحظ من الجداول السابقة أنه في كلا العامين ١٩٣٠ و١٩٣١ تزايدت نسبة الرمل الناعم وتضاءلت نسبة الغرين والصلصال مع تقدم موسم الفيضان. وكذلك بالقرب من قاع النهر كان متوسط النسبة المئوية للرمل الناعم أكبر بمقدار الضعف تقريبا، ومتوسط النسب المئوية للغرين والصلصال كان أكبر بمقدار الثلثين تقريبا عن النسبة قرب السطح.

لو قارنّا الآن متوسط النسب المئوية للرمل والغرين والصلصال التي كشفتها مصلحة الطبيعيات بوادي حلفا خلال شهور أغسطس وسبتمبر وأكتوبر لعامي ١٩٣٠ و١٩٣١ مع تلك النسب في القاهرة خلال الشهور المماثلة، لسنتي ١٩٢٥ و ١٩٢٦ (والتي كانت ٠.٠٢ للرمل الخشن، ١٧.٥ للرمل الناعم، ٢٦.٥ لنسبة السِلت، ٥٥.٧ للصلصال)؛ فسنُفاجأ في الحال بمدى عظم الاختلافات بين النسب المئوية الناتجة عند كلا المكانين، على النحو الذي يبينه الجدول التالي:

جدول (٥٠)

<table>
<tr><th></th><th>الرمل الخشن %</th><th>الرمل الناعم %</th><th>الغرين %</th><th>الصلصال %</th></tr>
<tr><td>وادي حلفا (أغسطس – اكتوبر ١٩٣٠-١٩٣١)</td><td>٠</td><td>٣٤</td><td>٣٨</td><td>٢٨</td></tr>
<tr><td>القاهرة (اغسطس – اكتوبر) ١٩٢٥-١٩٢٦</td><td>٠.٢</td><td>١٧.٥</td><td>٢٦.٦</td><td>٥٥.٧</td></tr>
<tr><td rowspan="2">الفرز</td><td rowspan="2">٠.٢</td><td>١١.٤</td><td>١٦.٥</td><td rowspan="2">٢٧.٧</td></tr>
<tr><td colspan="2">٢٧.٩</td></tr>
</table>

تبدو أرقام الفرز أكبر بكثير من أن نجد لها تعليلاً عن طريق المقارنة لكونها بالضرورة وسيلة ناقصة، نتيجة لأن مجموعتيْ الأرقام تقوم على ملاحظات سجلت خلال مجموعتين مختلفتين من السنوات، ولأن



النسب عند وادي حلفا تشير إلى المقطع العرضي الكامل للنهر بينما تلك النسب الخاصة بالقاهرة تشير إلى عمق قدره متران تحت سطح النهر في منتصف المجرى.

ولكن أرقام الفرز هذه من السهل تعليلها عندما نضع في حسباننا النتائج التي توصلنا إليها سابقا، والتي تشير إلى أن إجمالي كمية المادة العالقة التي تمر بوادي حلفا خلال موسم فيضان متوسط، يتلاشى منها حوالي ١٤.٥ %عن طريق المضخات والترع التي تُسحب من ماء النهر في صعيد مصر، و٣٣% إضافية تترسب على قاع النهر فيما بين أسوان والقاهرة وتكتسح منه كجزء من "حمولة قاع " النهر.

أما مقدار الـ ٣٣% التي تترسب على قاع النهر فإنها بالطبع ستتكون في الأساس من جزيئات أكبر حجما، أي من الرمل والسلت، مع نسبة صغيرة نسبياً من الصلصال. لذلك يجب أن نتوقع أنه عند القاهرة ستكون النسب المئوية المجمّعة من الرمل والسلت المتخلفة في النهر أقل بنسبة ٢٥ أو ٣٠ % تقريبا، والنسب المئوية من الصلصال ستكون أعلى بنسبة ٢٥ أو ٣٠ % تقريبا، مقارنة بتلك النسب عند وادي حلفا، وهذا بالضبط ما تدل عليه المقارنة المذكورة بالأعلى.

الحقيقة التي لوحظت أن المادة العالقة في النهر عند القاهرة تحتوي على نسبة صغيرة من الحبيبات الرملية (٠.٢ في المائة) قطرها أكبر من ٠.٢ مم، بينما تلك الموجودة عند وادى حلفا خالية من مثل هذه الحبيبات، هي بلا شك نتيجة لأن كمية معينة من الرمال التي تذروها الرياح من الصحراء قد انجرفت إلى الضفاف المنحدِرة للنهر بين مستوىً الفيضان والتحاريق في صعيد مصر، وذلك خلال موسم التحاريق، ثم تُكتسح عند ارتفاع النهر في مرحلة الفيضان التالية.

التركيب المعدني للمادة العالقة

إن الخصائص المعدنية للجزيئات الأكبر حجما في المادة العالقة (أي تلك التي تُوصف في التصنيف الميكانيكي باسم الرمال، ونسبة كبرى من تلك المصنفة باسم السِلت) تعد قابلةً للتعرف عليها ولحساب مقاديرها عن طريق الفحص الميكروسكوبي، الذي يبين أنها تتكون أساسا من قطع بِلّورية زاويّة الشكل من الكوارتز والفلسبار والهورنبليند والاوجيْت augite والميكا والسفين sphene والأبتايت apatite والماجنيتيْت magnetite والإلمينيْت ilmenite، ومعادن أخرى من الواضح أن مصدرها هو تفكك الصخور النارية والمتحولة، بالإضافة إلى مقدار ضئيل من حبيبات أكسيد الحديد الذي تعرض لتفاعل كيميائي بالتميؤ hydrated وكسر صغيرة جدا، وجدت بشكل عارض، من الحجر الجيري. مع ذلك، يصعب تحت الميكروسكوب تمييز طبيعة الجزء المفتت في المادة العالقة الأكثر نعومة من الأجزاء السابق ذكرها، بسبب دقة الجزيئات المكونة له. وهذا ينطبق بالذات على الجزيئات المصنفة في التحليل الميكانيكي باسم " الصلصال Clay"، إذ أن أكبر جزيئاته شديدة الصغر لدرجة أن مساحة ملليمتر مربع تحتاج ربع مليون جزئ منها، بينما أصغر جزيئاته (وهي تلك التي يتكون منها الجزء الغروي من الصلصال) شديدة الصغر من أن تُكشف، حتى باستخدام أقصى قوى للتكبير الميكروسكوبي.



ولذلك، من أجل توضيح طبيعة هذه الجزيئات متناهية الصغر، لابد أن نعتمد حينئذٍ على التحليل الكيميائي. وكما سنرى فيما بعد، فهذا التحليل سيدل على أن حوالي ٢٤% من وزن الجزيئات المصنفة كصلصال في التحليل الميكانيكي، وحوالي ١٠ % من وزنها المصنف كغرين (سلت)، يتكون من الكاولين kaolin؛ بينما بقية الوزن في كلا الحالتين يتكون أساساً من معادن من نفس الأنواع المكونة للجزيئات الأكبر حجما. وبالطبع يعد الكاولين ناتجاً عاماً للتحلل الناشئ عن تجوية صخور الفلسبار، وبالتالي فإننا نستنتج من الناحية العملية أن إجمالي المادة العالقة التي يجلبها النيل اشتقت من صخور نارية ومتحولة تحت ظروف التجوية.

التركيب الكيميائي للمادة العالقة

ندين بالفضل في أولى التحليلات الكيميائية للمادة العالقة في النيل التي استطعتُ اقتفاءَها إلى التحليل الذي أجراه برازيَر Brazier في لندن على عينة أخذت من نهر النيل قبالة القاهرة خلال فيضان ١٨٥٠. وبعد مرور خمسة وعشرين عاماء تقريبا، أُخذت مجموعة من العينات عام ١٨٧٤ خلال أشهر الفيضان وخلال الأشهر الباقية من ذلك العام، وأرسلها السير جون فاولر John Fowler إلى لندن وقام بتحليلها دكتور ليتيبي Letheby. منذ ذلك الحين أُجرى عدد من التحليلات في القاهرة على يد العديد من الكيميائين في سنوات مختلفة، كان أولها عبارة عن ستة تحليلات أجراها مستر بيرنس Burns على عينات أُخذت خلال الفيضان لعامي ١٨٨٨ و ١٨٨٩، كما أجرى مستر لوكاس Lucas تحليلاً على عينة أخذت خلال فيضان عام ١٩٠٦، ثم اجرى مستر فيكتور موصيري سلسلة طويلة من التحليلات أخذت في شهور مختلفة من السنوات الثلاث ١٩٢٥ – ١٩٢٧. ويعطي جدول(٥١) ملخصا لنتائج التحليلات المذكورة آنفاً.

وبالطبع لا تعد النتائج المختلفة الموجودة في الجدول متساوية في القيمة. ولم تكن التحليلات الأولى ناقصة فحسب، بل كانت مليئة بأخطاء هائلة نتيجة لاستعمال وسائل تحليلية غير مكتملة أيضاً. كانت الطريقة المعتادة للتحليل حتى نهاية القرن التاسع عشر هي "التحلل في الحمض digestion in acid "، ولم يكن تحلل السليكات في هذه العملية يتحقق بشكل كامل، ومن ثم التقدير الحسابي للسليكا مرتفعا على نحو ثابت، وكانت تلك التقديرات الخاصة ببعض العناصر الأخرى – خاصة الحديد وأكاسيد الألومنيوم والمغنيسيوم - منخفضة جدا، وكان يُعتقد، على نحو خاطئ في ذلك الوقت، أن فقدان وزن العينة بعد التسخين كان في الإجمال راجعاً إلى احتراق المادة العضوية، وكانت تقديرات المادة العضوية على نحو ثابت شديدة الارتفاع.

جدول (٥١) التحليلات الكيميائية للمادة العالقة في النيل عند القاهرة ١٨٥٠- ١٩٢٧

	برازير [٢٠] ١٨٥٠	ليذيبي [١٩] ١٨٧٤		بيرنس ١٨٨٨-[١٨] 18٨٩	لوكاتش [١٧] ١٩٠٦	موصيري [١٦] ١٩٢٥- ١٩٢٧	
	عينة أخذت خلال	عينات أخذت خلال	عينات أخذت في بقية	المتوسط الحسابي	عينة أخذت خلال	لمتوسط الحسابي لسبعة	المتوسط الحسابي



	الفيضان	الفيضان (اغسطس وسبتمبر)	السنة	لستة تحليلات لعينات أخذت خلال الفيضان	الفيضان	تحليلات لعينات أخذت خلال الفيضان (اغسطس الى نوفمبر)	لاحدى عشر تحليلا لعينات أخذت خلال بقية السنة
	%	%	%	%	%	%	%
مادة غير قابلة للذوبان والسليكا	---	--	----	٥٧.٥٤	----	---	---
السليكا	٥٣.٠٤	٥٥.٠٩	٥٨.٢٢	---	٤٨.٨٨	٥٠.٤٤	٤٠.٦٢
أكسيد الحديد	١٨.٤٣	20.92	23.55	75.56	41.15	9.91	9٩.٨
الألومينا	8.76				20.58	19.01	١٧.٠٨
ثاني أكسيد التيتانيوم	---	---	---	----		2.21	٤.٩٨
ثاني اكسيد المنجنيز	---	----	---	٠.٢٥	n.d	٠.٢٦	٠.٢٣
الجير	2.25	2.06	3.18	3.07	3.68	4.16	٤.٣١
مغنيسيا	0.66	1.42					٣.٠٥
بوتاس	0.69	1.82					٠.٩٣
صودا	2.16	0.91					٠.٧٩
أنهيدريت الكبريت	---	----	----	-----	0.07	0.39	٠.٥٥
ثاني أكسيد الكربون	----	1.28[٢٢]	1.44[٢١]	0.73	0.35	1.08	١.٢٨
انهيدريت الفوسفور	----	1.78	0.57	0.26	0.25	0.24	٠.٢٥
كربونات الكالسيوم	4.19	---	---	---	---	----	---
كبريتات الكالسيوم	0.75	-----	---	---	---	----	----
كلوريد الصوديوم	0.01	---	---	---	---	----	---
مادة عضوية	9.03	15.62	10.37	8.82	---	-----	----
ماء مركب	---	-----	------	-----	7.69[٢٣]	----	---
الفاقد بعد الاشعال[٢٥]	---	----	---	----	-----	[٢٤]٨.٤٨	١١.٦٢
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	101.55	١٠٠.٥٩
نيتروجين	----	----	----	0.145	---	0.131	٠.٢٤١[٢٦]
كربون عضوى	-----	-----	----	-----	----	1.14	١.٩١

وعلاوة على ما سبق كان هناك مصدر آخر للخطأ في تحليل برازير الذي سجل نتائجه – كما سنرى – في صيغة مختلفة نوعا ما عن بقية الباحثين الآخرين، ومصدر الخطأ أن العينة التي حصل عليها عن طريق ترشيح بطيء للمياه عبر مرشح من الخزف بالإضافة الى التبخر، كانت تحتوي على نسبة صغيرة من المادة



الصلبة التي ترسبت عن المحلول مع المادة العالقة، وهذا بلا شك يرجع إلى كلوريد الصوديوم الموجود في هذا التحليل بالذات، وأيضا إلى كبريتات الكالسيوم وجزء من كربونات الكالسيوم.

وفي التحليلات التي جرت لاحقا (على يد لوكاس في ١٩٠٦ وموصيري في ١٩٢٥ – ١٩٢٧) استُخدمت طريقة الانصهار fusion، بما يضمن بالتالي تحلل كامل للسليكات، وكان أكسيد التيتانيوم Titanium oxide من جملة العناصر التي كُشف عنها، وتم بوضوح إثبات حقيقة أن فقدان الوزن عند التعرض للهب كان بسبب اشتعال المادة العضوية من ناحية، ومن ناحية أخرى بسبب طرد الماء المركب من الجزء المعدني من المادة العالقة.

ومع ذلك فقد وُجد أن التقدير الحسابي للمادة العضوية والماء المركب بشكل منفصل غير قابل للتطبيق عملياً بأية وسائل تحليلية مباشرة. وقد حاول مستر لوكاس أن يحدد نسبة الماء المركب بشكل منفصل عن طريق فقدان الوزن عند تسخين العينة لدرجة حرارة أقل من درجة الحرارة اللازمة للاشتعال، لكنه حتى في هذه الطريقة وجد أن القليل من مادة عضوية طيَّارة وبعض الماء الناتج عن تحلُّل المادة العضوية كانا يتلاشيان مع الماء المركب. ومن ناحية أخرى، فإن مستر موصيري قد لجأ إلى طريقة الاشتعال الكامل من أجل تحديد مشترك لكل من نسب المادة العضوية والماء المركب (استبدال أي اجزاء من ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن أن يكون قد تبخر من هذه العناصر عن طريق إعادة كربنة البقايا المشتعلة قبل وزنها من أجل تحديد "الفاقد بعد الاشتعال")، وكذلك فقد حدد نسبة الكربون العضوي في عينة منفصلة، وحينئذ اتضح أن نسبة المادة العضوية الموجودة يمكن حسابها على وجه التقريب عن طريق افتراض أن المادة العضوية تحتوي على نسبة مئوية معينة من الكربون، وإيجاد نسبة الماء المركب عن طريق الفرز الكيميائي.

وبناءً على ما ذُكر في الفقرة السابقة، سيتضح أن التحليلات الوحيدة للمادة العالقة التي يمكن التعويل عليها بدرجة كبرى هي التي أجراها لوكاس في ١٩١٦، وكذلك التي أجراها موصيري في عام ١٩٢٥ – ١٩٢٧. لكن بينما قامت نتائج لوكاس على تحليل واحد فقط غير مكتمل أُجري خلال موسم الفيضان، فإن نتائج موصيري قد قامت على سلسلة من ١٨ تحليل مكتملة تقريبا، أُجريت عند فصول مختلفة خلال ثلاثة أعوام متتالية. ولذلك، في المناقشة الآتية، سندرس فقط تحليلات موصيري لأعوام ١٩٢٥ – ١٩٢٧، وسنستبعد كل التحليلات السابقة عليه.

إن الثمانية عشرة عينة للمادة العالقة التي حللها موصيري بالنتائج الملخصة في العمودين الأخيرين من جدول(٥٢) كانت عينات كبيرة، وكل عينة منها مكونة من عينات مفردة جُمعت على فترات أسبوعية خلال شهر معين من عمق مترين تحت صفحة النهر في منتصف المجرى. وكانت الشهور التي أُخذت فيها العينات هي: يوليو، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، لعام ١٩٢٥. ويناير، يونيو، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر لعام ١٩٢٦. ويناير، فبراير، مارس، أبريل، يونيو، يوليو، سبتمبر لعام ١٩٢٧. وعلى ذلك، توفر تحليل واحد على الأقل لكل شهر من السنة ما عدا شهر أغسطس، بينما في بعض الشهور كان يُجرى تحليلان – وفي



حالة واحدة ثلاثة تحليلات – في سنوات مختلفة. ويعرض الجدول التالي للمتوسط الحسابي للنتائج في الشهور المختلفة من السنة.

جدول (٥٢) التحليلات الكيميائية للمادة العالقة في النيل عند القاهرة في شهور مختلفة ١٩٢٥- ١٩٢٧ (موصيري)

	يناير (المتوسط الحسابي لسنتين)	فبراير (سنة واحدة)	مارس (سنة واحدة)	ابريل (سنة واحدة)	مايو (سنة واحدة)	يونيو (المتوسط الحسابي لسنتين)	يوليو (المتوسط الحسابي لسنتين)	اغسطس	سبتمبر (المتوسط الحسابي لثلاث سنوات)	أكتوبر (المتوسط الحسابي لسنتين)	نوفمبر (المتوسط الحسابي لسنتين)	ديسمبر (سنة واحدة)
	%	%	%	%	%	%	%		%	%	%	%
السليكا	٥١.٤٠	٤٨.٦٠	٤٨.٥٠	٤٨.٦٠	٥٠.٨٠	٤٦.٩٥	٥١.٥٤		٥٠.٣٣	٥٠.٥٠	٥١.٠٥	٤٩.٧٠
أكسيد الحديد	٩.٠٤	١١.٢٨	١١.٠٨	١٠.٣٥	١٠.٤٠	٨.٩١	٩.٥١		٩.٧٨	١٠.٦٠	٩.٤٢	١٠.٧٦
الألومينا	١٨.٦٢	١٦.٩٦	١٧.٦٢	١٩.١٤	١٧.١٣	١٥.٢٨	١٥.٣٤		١٨.٧٢	١٨.٦٨	١٩.٧٦	١٨.٥٤
ثاني أكسيد التيتانيوم	٢.٢٢	٢.٠٠	١.٨٨	١.٨٨	٢.٠٠	١.٧٨	١.٨٧		٢.١١	٢.٣٠	٢.٢٧	٢.٢٠
ثاني اكسيد المنجنيز	٠.٢٢	٠.٢٦	٠.٢٠	٠.٢٨	٠.٢٦	٠.١٨	٠.١٩		٠.٢٣	٠.٢٢	٠.٢٤	٠.٢٥
الجير	٤.١٨	٤.٧٥	٤.٢٥	٣.٦٦	٣.٢٥	٥.٣١	٤.١٢		٤.١٧	٤.١٢	٤.١٨	٤.٢٥
مغنيسيا	٣.٣٠	٣.٠٧	٣.١٨	٣.٢٤	٣.٢٤	٢.٧٢	٢.٦٨		٣.٥٢	٣.٣٤	٣.٣٨	٣.٤٣
بوتاس	١.٠٢	١.٠٢	٠.٩٢	٠.٩٨	٠.٨٥	٠.٨٢	٠.٨٠	لا تتوفر بيانات	١.٠٥	١.٠٦	١.١٢	١.١٥
صودا	٠.٩٢	٠.٦٣	٠.٦٠	٠.٥٥	٠.٨٢	٠.٨٢	٠.٧٨		١.٠٣	٠.٩٨	٠.٨١	١.٠٦
أنهيدريت الكبريت	٠.٤٨	٠.٥١	٠.٤٢	٠.٥١	٠.٥١	٠.٨٦	٠.٦٠		٠.٣٧	٠.٣٣	٠.٤٧	٠.٢٥
ثاني أكسيد الكربون	١.٠٩	١.٠٦	٠.٩٠	٠.٨٦	٠.٩٠	٢.٣٤	١.٢٨		١.٠١	١.٠٠	١.٠٩	٠.٩٠
انهيدريت الفوسفور	٠.٢٦	٠.٢٥	٠.٢٣	٠.٣٥	٠.٢١	٠.٢٢	٠.٢٢		٠.٢٤	٠.٢٣	٠.٢٤	٠.٢٦
الفاقد عند الاشعال	9.77	١١.١٠	١١.٤٥	١١.٣٠	١٠.٠٠	١٤.٨٨	١١.٨٢		٨.٧٢	٨.٦٠	٧.٩٠	٩.١٦
	102.52	١٠١.٤٩	١٠١.٣٢	١٠١.٧٠	١٠٠.٣٧	١٠١.٠٧	١٠٠.٦٦		١٠١.٢٨	١٠١.٩٦	١٠١.٩٣	101.91
نيتروجين	0.22	0.14	0.28	0.35	n.d	n.d	n.d		0.13	0.12	0.15	0.13
مادة عضوية	1.64	٢.٢٣	١.٩٩	٢.١٤	٢.٦٢	٥.٣٨	٣.٧٨		١.٥٢	١.٤٢	١.٣٦	1.38



لكي نكشف عن نسب المادة العضوية والماء المركب التي تشكل جميعها "الفاقد عند الاشعال " التي سجلها موصيري في التحليلات بالجدول السابق، فعلينا طرح بعض الافتراضات بشأن النسب المئوية للكربون المتضمن في المادة العضوية. من المعتاد في تحليل التربة أن نفترض أن المادة العضوية الموجودة في التربة تتكون من الكربون بنسبة ٥٨ في المائة، ومن الجائز أننا لن نخطئ بدرجة كبيرة في تبني نفس الافتراض بشأن نسبة المادة العضوية في المادة العالقة في مياه النيل، حيث إن المادة العالقة في النهر هي التي تشكل تربة مصر. وبالاستعانة بنتائج موصيري، يمكننا ضرب النسبة المئوية الشهرية للكربون العضوي في ١.٧٤ (المعكوس الضربي([٢٧]) للقيمة ٠.٥٨) سنحصل حينئذ على النسب المئوية للمادة العضوية؛ وبطرح هذه النسبة المئوية من الفاقد عن الاشعال سينتج النسب المئوية للماء المركب الموجود. ومن ثم، قد نستبدل أرقام موصيري " للفاقد عن الاشعال " بتلك الأرقام الموضحة في الجدول التالي .

جدول (٥٣) نسب المادة العضوية والماء المركب في المادة العالقة في النيل عند القاهرة في شهور مختلفة (١٩٢٥- ١٩٢٧) كما استُنتجت من تحليلات مستر موصيري:

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
المادة العضوية	٢.٨٣	٣.٨٣	٣.٤٣	٣.٦٩	٤.٥٢	٩.٢٧	٦.٤٥	لا تحليلات	٢.٦٢	٢.٤٥	٢.٣٤	٢.٣٨
الماء المركب	٦.٩٤	٧.٢٧	٨.٠٢	٧.٦١	٥.٤٨	٥.٦١	٥.٣٧		٦.١٠	٦.١٥	٥.٥٦	٦.٧٨

وبإلقاء نظرة سريعة على المقادير الإجمالية الشهرية للنسب المئوية التي كُشفت في تحليلات موصيري كما في جدول(٥٢)، سيلاحظ أنه في كل حالة كانت الأرقام تتجاوز ١٠٠ %. لا يعد المقدار الزائد عن ١٠٠ ناتجاً (كما يبدو من أول وهلة) عن أخطاء محدودة في تقدير العناصر المختلفة المسجلة في التحليلات (على الرغم من أن الأخطاء المحدودة من هذا النوع لا بد أن تحدث بالطبع)، بل بشكل أساسي يرجع الى حقيقة أنه ليست كل العناصر التي تتكون منها المادة العالقة موجودة فيها بالصور المركّبة التي سُجلت بها في التحليلات. وليس كل الحديد الموجود في المادة العالقة موجوداً في شكل أكاسيد الحديد، فهو يوجد في الهورنبلند والأوجيْت والميكا جزئيا، وفي البيريت. أما المنجنيز، فبدلا من وجوده بشكل كلي في صورة ثاني أكسيد المنجنيز، فموجود جزئياً في صورة أكسيد المنجنيز MnO . وأنهيدريت الكبريت المسجلة في التحليلات لا يمكن أن توجد بهذه الصورة المذكورة في المادة العالقة (لأن كل الكبريتات ماعدا كبريتات الباريوم قابلة للذوبان، ولم يتم الكشف عن الباريوم barium في التحليلات) لكنها لا بد أن تمثل الكبريت (الموجود جزئيا في المادة العضوية وجزئيا بالاشتراك مع الحديد في صورة بيرايت pyrites) الذي تأكسد وتحول الى أنهيدريد الكبريت خلال عملية الانصهار المستخدمة في إجراء التحليلات.



إن إجراء محاولة لتعديل التحليلات للحالات التي يوجد فيها الحديد والمنجنيز بصورة فعلية بالمادة العالقة - بدراسة المعادن القابلة للكشف عنها تحت الميكروسكوب ونسبها التقريبية النسبية - يعد إجراء لا طائل منه، بسبب الفروق الكبيرة في التركيب الذي تتكون منه العديد من هذه المعادن. لذلك، ما دمنا مهتمين بأكاسيد الحديد والمنجنيز، فلا بد أن تكون مقتنعين باستبدال التعبيرات الاكثر صحة ف" الحديد الكلي " يعبَّر عنه بأكسيد الحديد، و" المنجنيز الكلي " يعبَّر عنه بثاني أكسيد المنجنيز"؛ لأن تعبيرات "أكسيد الحديد" و"ثاني أكسيد المنجنيز" استُخدمت أساساً في تسجيل النتائج التحليلية. ومع ذلك، فمن الممكن إجراء تعديل فيما يختص بالكبريت، حيث بإجراء عملية ضرب للنسب المسجلة لأنهيدريت الكبريت في ٠.٤٠ يمكننا الحصول على تلك النسب الخاصة بالكبريت الكلي الموجود، وإذا استطعنا التحقق من نسب الكبريت التي تضمنتها بالفعل التقديراتُ الحسابية للمادة العضوية، وبخصم هذه النسب من النسبة الكلية للكبريت ستنتج نسب الكبريت غير العضوي، الذي سيحل محل نسب أنهيدريت الكبريت في التحليلات.

عند تقدير المتوسط الحسابي للنسب المئوية الشهرية للعناصر المختلفة كما حُسبت من تحليلات مستر موصيري، سيلاحَظ أن نسب كل من الكبريت الكلي (المعبر عنه بأنهيدريت الكبريت في التحليلات) والمادة العضوية، تخضع لزيادة شديدة الوضوح في يونيو (أي في الشهر الذي تظهر فيه " المياه الخضراء ") ويزيد كلاهما بدرجة أعلى بكثير في يونيو ويوليو عن مقدارهما في نوفمبر وديسمبر. ونظراً لأن التغيرات الموسمية في نسب العناصر الأخرى من المادة العالقة تعد كلها نسبياً أقل وضوحا بكثير، فقد نستنتج على نحو صائب أن الفروق في نسب الكبريت الكلي في كلا الفصلين تعد في الأساس نتيجةً للاختلاف في نسبة المادة العضوية الموجودة.

جدول (٥٤) متوسط النسب المئوية للمادة العضوية والكبريت الكلي في المادة العالقة في الفصلين، كما كشفها مستر موصيري،

	المادة العضوية	الكبريت الكلي (So3x 0.40=)
متوسط النسبة المئوية خلال يونيو ويوليو	٧.٨٦	٠.٢٩٢
متوسط النسبة المئوية خلال نوفمبر وديسمبر	٢.٣٦	٠.١٤٤
الفرق	٥.٥٠	٠.١٤٨

فإذا كان الآن الفرق ٠.١٤٨ في النسبة المئوية للكبريت الكلي هو في الأساس نتيجةً لفرق قيمة ٥.٥٠ في النسبة المئوية للمادة العضوية، فسيتلو ذلك أن ١٠٠ جزء من المادة العضوية لابد أن يحتوي في المتوسط على حوالي ٢.٦ جزء من الكبريت. وباتخاذ هذه النسبة لكل الشهور، فستكون لدينا النسب المئوية المتوسطة لكل شهور السنة على النحو الذي يعرضه الجدول التالي.



جدول (٥٥)

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	%	%	%	%	%	%	%		%	%	%	%
المادة العضوية	٢.٨٣	٠.٨٣	٣.٤٣	٣.٦٩	٤.٥٢	٩.٢٧	٦.٤٥	لم تُجر أية تحليلات	٢.٦٢	٢.٤٥	٢.٣٤	٢.٣٨
ثالث أكسيد الكبريت المسجل في التحليلات	٠.٤٨	٠.٥١	٠.٤٢	٠.٥١	٠.٥١	٠.٨٦	٠.٦٠		٠.٣٧	٠.٣٣	٠.٤٧	٠.٢٥
الكبريت الكلي (= So3x)0.40	٠.١٩	٠.٢٠	٠.١٧	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.٣٤	٠.٢٤		٠.١٥	٠.١٣	٠.١٩	٠.١٠
الكبريت العضوي = (المادة العضوية × ٠.٠٢٦)	٠.٠٧	٠.١٠	٠.٠٩	٠.١٠	٠.١٢	٠.٢٤	٠.١٧		٠.٠٧	٠.٠٦	٠.٠٦	٠.٠٦
الفرق = الكبريت غير العضوي	٠.١٢	٠.١٠	٠.٠٨	٠.١٠	٠.٠٨	٠.١٠	٠.٠٧		٠.٠٨	٠.٠٧	٠.١٣	٠.٠٤

وبتطبيق النتائج التي توصلنا إليها في التفاصيل السابقة بخصوص المتوسطات الحسابية الناتجة عن تحليلات موصيري كما في جدول (٥٢)، فستكون لدينا النتائج التالية التي يعرضها جدول(٥٦) بخصوص التركيب الكيميائي المتوسط للمادة العالقة في النيل عند القاهرة في شهور السنة المختلفة:

جدول (٥٦) التركيب الكيميائي للمادة المعلقة في النيل عند القاهرة في شهور السنة المختلفة كما حُسبت بناءً على تحليلات مستر موصيري

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	%	%	%	%	%	%	%		%	%	%	%
السليكا	٥١.٤٠	٤٨.٦٠	٤٨.٥٠	٤٨.٦٠	٥٠.٨٠	٤٦.٩٥	٥١.٤٥	لم تُجر أية تحليلات	٥٠.٣٣	٥٠.٥٠	٥١.٠٥	٤٩.٧٠
الحديد الكلي معبراً عنه بأوكسيد الحديد	٩.٠٤	١١.٢٨	١١.٠٨	١٠.٣٥	١٠.٤٠	٩.٥١	٩.٥١		٩.٧٨	١٠.٦٠	٩.٤٢	١٠.٧٦
الألومينا	١٨.٦٢	١٦.٩٦	١٧.٦٢	١٩.١٤	١٧.١٣	١٥.٣٤	١٥.٣٤		١٨.٧٢	١٨.٦٨	١٩.٧٦	١٨.٥٤
ثاني أكسيد التيتانيوم	٢.٢٢	٢.٠٠	١.٨٨	١.٨٨	٢.٠٠	١.٧٨	١.٨٧		٢.١١	٢.٣٠	٢.٢٧	٢.٢٠



المنجنيز الكلي معبرا عنه بثاني اكسيد المنجنيز	٠.٢٢	٠.٢٦	٠.٢٩	٠.٢٨	٠.٢٦	٠.١٨	٠.١٩		٠.٢٣	٠.٢٢	٠.٢٤	٠.٢٥
الجير	٤.١٨	٤.٧٥	٤.٢٥	٣.٦٦	٣.٢٥	٥.٣١	٤.١٢		٤.١٧	٤.١٢	٤.١٨	٤.٢٥
مغنيسيا	٣.٣٠	٣.٠٧	٣.١٨	٣.٢٤	٣.٢٤	٢.٧٢	٢.٦٨		٣.٥٢	٣.٣٤	٣.٣٨	٣.٤٣
بوتاس	١.٠٢	١.٠٢	٠.٩٢	٠٩٨	٠.٨٥	٠.٨٢	٠.٨٠		١.٠٥	١.٠٦	١.١٢	١.١٥
صودا	٠.٩٢	٠.٦٣	٠.٦٠	٠.٥٥	٠.٨٢	٠.٨٢	٠.٧٨		١.٠٣	٠.٩٨	٠.٨١	١.٠٦
الكبريت غير العضوي	٠.١٢	٠.١٠	٠.٠٨	٠.١٠	٠.٠٨	٠.١٠	٠.٠٧		٠.٠٨	٠.٠٧	٠.١٣	٠.٠٤
ثاني أكسيد الكربون	١.٠٩	١.٠٦	٠.٩٠	٠.٨٠	٠.٩٠	٢.٣٤	١.٢٨		١.٠١	١.٠٠	١.٠٩	٠.٩٠
انهيدريت الفوسفور	٠.٢٦	٠.٢٥	٠.٢٣	٠.٣٥	٠.٢١	٠.٢٢	٠.٢٢		٠.٢٤	٠.٢٣	٠.٢٤	٠.٢٦
المادة العضوية	٢.٨٣	٣.٨٣	٣.٤٣	٣.٦٩	٤.٥٢	٩.٢٧	٦.٤٥		٢.٦٢	٢.٤٥	٢.٣٤	٢.٣٨
الماء المركب	٠.٩٤	٧.٢٧	٨.٠٢	٧.٦١	٥.٤٨	٥.٦١	٥.٣٧		٦.١٠	٥.١٥	٥.٥٦	٦.٧٨
	١٠٢.١٦	١٠١.٠٨	١٠٠.٩٨	١٠١.٢٩	٩٩.٩٤	١٠٠.٣١	١٠٠.١٣		١٠٠.٩٩	١٠١.٧٠	١٠١.٥٩	١٠١.٧٠
تحتوي المادة العضوية على:												
النتروجين	٠.٢٢	٠.١٤	٠.٢٨	٠.٣٥	غير محدد	غير محدد	غير محدد		٠.١٣	٠.١٢	٠.١٥	٠.١٣
الكربون	١.٦٤	٢.٢٣	١.٩٩	٢.١٤	٢.٦٢	٥.٣٨	٣.٧٨		١.٥٢	١.٤٢	١.٣٦	١.٣٨
الكبريت	٠.٠٧	٠.١٠	٠.٠٩	٠.١٠	٠.١٢	٠.٢٤	٠.١٧		٠.٠٧	٠.٠٦	٠.٠٦	٠.٠٦



يناير فبراير مارس أبريل مايو يونيه يوليو أغسطس سبتمبر أكتوبر نوفمبر ديسمبر

النسبة المئوية

52
50
48
46

السليكا

النسبة المئوية

20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

الألومينا
أكسيد الحديد
أكسيد الكالسيوم
أكسيد المغنسيوم
ثاني أكسيد التيتانيوم
ثاني أكسيد المنجنيز

النسبة المئوية

10
8
6
4
2
0

الماء المركب
المادة العضوية
ثاني أكسيد الكربون
الكبريت

النسبة المئوية

2
0

البوتاسيوم
الصوديوم
أنهيدريت الفوسفور

يناير فبراير مارس أبريل مايو يونيه يوليو أغسطس سبتمبر أكتوبر نوفمبر ديسمبر

شكل٢٨: رسم بياني يوضح التغيرات من شهر إلى شهر في النسب المئوية للعناصر الكيميائية المختلفة الموجودة في المادة المعلقة بالنيل عند القاهرة، حسبما استُدل عليها من تحليلات مستر موصيري لأعوام ١٩٢٤ – ١٩٢٧ (المنحنى الخاص بالكبريت يمثل إجمالي الكبريت، العضوي وغير العضوي).

يعرض شكل(٢٨) لمسار التغيرات من شهر إلى شهر في النسب المئوية للعناصر الأساسية للمادة العالقة، مصوَّرة برسم بياني. ولعل أكثر الخصائص لفتاً للنظر في هذا الشكل هي الزيادة الكبرى في النسبة المئوية للمادة العضوية، والتي تحدث في الفترة الأولى من الصيف وتصل إلى ذروتها في يونيو، حيث ترتفع نسبة المادة العضوية إلى ما يزيد عن ٩ بالمائة. وحيث إن أي زيادة في نسبة المادة العضوية تتضمن بالضرورة نقصانا في نسبة إجمالي المواد غير العضوية، فلن يكون مفاجئاً أن نسب معظم عناصر المواد غير العضوية تكون في أقل مستوياتها في يونيو. لكن سيلاحَظ أن نسب الجير وحمض الكربونيك تعد استثنائية في هذا الخصوص، فكلاهما ترتفعان -مثل المادة العضوية -إلى أقصى مستوياتهما في يونيو، ويبدو من شبه المؤكد أن التغيرات في نسب كربونات الكالسيوم من ناحية، وفي نسب المادة العضوية من ناحية أخرى لا بد أن ترتبطا ببعضها البعض بطريقة ما. من السهل تفسير هذه العلاقة عندما ندرس التغيرات الموسمية في تركيب المادة العالقة، وكذلك التغيرات في تركيب المادة المذابة والتي ناقشناها في الفصل السابق

وبالرجوع إلى جدوليَّ (١٥) و (١٩) (في صفحة ٩٧ و١٠٢ من الأصل الإنجليزي) سيلاحَظ أن نسبة الكربونات المذابة العادية، تمييزا لها عن البيكربونات – تكون في أعلى مستوياتها في شهر يونيو، وتكون نسبة الكالسيوم في الوقت نفسه في أدنى مستوياتها. ونستخلص من ذلك أنه لابد أن الزيادة التي تحدث في النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم بالمادة العالقة وفي النسبة المئوية للكربونات العادية بالمادة المذابة تكون في شهر يونيو تقريباً، وكذلك بعض التناقص في النسبة المئوية للكالسيوم بالمادة المذابة -والذي يلاحَظ في نفس الفصل من السنة -يحدثان نتيجة تأثير ارتفاع المادة العضوية التي توجد حينئذ بكميات كبيرة في المادة العالقة، وليس من الصعب تصوير تلك الحالة بشكل فعلي. فالمادة العضوية العالقة (والتي تؤدي زيادتها في شهر يونيو إلى حدوث الظاهرة السنوية المعروفة باسم " المياه الخضراء") تتألف أساسا من الطحالب الخضراء، والتي يتوقف نموها على وفرة حامض الكربونيك، وعلى امتصاص بعض من ثاني أكسيد الكربون – الموجود في صورتين سائبة ومركبة – من البيكربونات المذابة في الماء؛ وهو ما يؤدي بالطبع إلى أن يتحول جزء من بيكربونات الكالسيوم المذابة إلى كربونات عادية، وسيظل جزءٌ من تلك الأخيرة مذابا. بينما بقيتها (بسبب ترسبه) يصير جزءاً من المادة العالقة.

ومع ذلك، يجب عند دراسة التغير في تركيب المادة العالقة في شهور السنة المختلفة، أن نضع في حسباننا أنَّ نقْل ما يزيد عن ٩٧ بالمائة من إجمالي المادة العالقة التي يحملها النيل سنوياً قبالة القاهرة يحدث خلال شهور الفيضان الأربعة (أغسطس – نوفمبر)، وأقل من ٣ بالمائة يُنقل خلال الشهور الثمانية الباقية من السنة، ومن ثم، فإن النسب المئوية الكبيرة والإضافية من المادة العضوية وكربونات الكالسيوم الموجودتين في المادة العالقة خلال شهر يونيو – عندما يكون إجمالي المادة العالقة صغيراً جداً في حد ذاته – يمكن ألا يترك سوى تأثير محدود على متوسط تركيب المادة العالقة ككل. ولهذا السبب لم أضف المتوسطات الحسابية السنوية للشهور الاثني عشر إلى جدول المتوسطات الشهرية القائمة على تحليلات مستر موصيري للمادة العالقة. ومن أجل التركيب الكيميائي للمادة العالقة المحمولة قبالة القاهرة في الاجمال، يمكن إيجاد نسبة تقريبية مقاربة عن طريق أخذ النسب المئوية المتوسطة للعناصر المختلفة



الناشئة عن التحليلات السبعة التي أُجريت جميعها خلال شهور الفيضان الأربعة (أغسطس – نوفمبر)، والتي ستمدنا بالجدول التالي:

جدول (٥٧) التركيب الكيميائي المتوسط للمادة المعلقة المحمولة في النيل قبالة القاهرة، كما تم حسابها من تحليلات مستر موصيري خلال شهور الفيضان للفترة ١٩٢٤- ١٩٢٧.

	النسبة المئوية
السليكا	٥٠.٤٤
الحديد، معبراً عنه بأكسيد الحديد	٩.٩١
الألومينا	١٩.٠١
ثاني أكسيد التيتانيوم	٢.٢١
المنجنيز، معبراً عنه بثاني اكسيد المنجنيز	٠.٢٣
الجير	٤.١٦
المغنسيا	٣.٤٣
البوتاس	١.٠٧
الصودا	٠.٩٥
الكبريت غير العضوى	٠.٠٩
ثاني أكسيد الكربون	١.٠٣
انهيدريت الفوسفور	٠.٢٤
المادة العضوية	٢.٤٦
الماء المركب	٦.٠٠
	١٠١.٢٥
تتضمن المادة العضوية:	
النيتروجين	٠.١٣
الكربون	١.٤٤
الكبريت	٠.٠٦

ويلاحظ في الجدول أن الزيادة فوق ١٠٠ % في إجمالي النسب المئوية يعد في الأساس نتيجة لأن جزءا من الحديد يوجد في حالات أكسدة أقل، مقارنة بحالات الأكسدة في أكسيد الحديد.

هناك اهتمام خاص يرتبط بنسبة الماء المركب الموجود في المادة العالقة، حيث أنها تمدنا ببيان تقريبي لما يتعلق بنسبة المعادن الصلصالية من نوع الكاولين التي يمكن أن تحدد نسبها المئوية بجانب تلك المعادن القابلة للكشف تحت الميكروسكوب. وسيلاحظ أن إجمالي كمية الماء المركب combined water يصل متوسطها لحوالي ٦ % من إجمالي المادة العالقة. ونظراً لأنه اتضح عدم صحة الحسابات القائمة على كل من الطبيعة والنسب المئوية التقريبية لهذه المعادن القابلة للكشف عنها تحت الميكروسكوب وعلى نسبة أكسيد الحديد المعرض للتميؤ hydrated (وفقا لما تم تقديره بالفحص الميكروسكوبي وتقدير إجمالي أكسيد



الحديد الناتج عن التحليل). وكان من علامات عدم صحة هذه الحسابات أن حوالي ثلث هذه الكمية الكلية للماء المركب يمكن أن تكون موجودة في هذه العناصر؛ فلا بد أن نستنتج أنه من بين الستة أجزاء في المائة من الماء المركب، حوالي ٤ أجزاء موجودة في الكاولين أو في المادة المعدنية الكاولينية والتي لا تخضع لتحديد هويتها تحت الميكروسكوب نتيجة لتجزئتها في حالة ناعمة جداً، ونظراً لأن الكاولين ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) يحتوى ١٣.٩ % من وزنه على الماء المركب، فإننا نستنتج أنه لا بد أن هناك تقريباً حوالي: $\frac{4\ x\ 100}{13.9}$ وهو ما يساوي ٢٨.٨ % من الكاولين موجود في المادة العالقة.

هناك طريقة أخرى قد نجد بها حلا لمسألة نسبة الكاولين، أو المعادن الكاولينية، في المادة العالقة، وذلك بطريقة أخرى غير الطريقة المذكورة بعاليه التي أولينا فيها أهمية لنتائج التحليل الكيميائي للمادة العالقة ككل، وبدلا من ذلك نولي عناية أكبر لنتائج التحليل الكيميائي لجزئيات الرمل والغرين والصلصال في المادة العالقة، كلٌّ على حدة، عن طريق التحليل الميكانيكي، بالطريقة المذكورة في مستهل هذا الفصل. فبالإضافة الى الثمانية عشر تحليل للمادة العالقة ككل -التي نوقشت في الفقرة السابقة- فقد أجرى مستر موصيري سلسلة تتكون من سبع مجموعات من التحليلات الكيمائية لجزيئات الرمل والغرين والصلصال للمادة العالقة الموجودة في النهر عند القاهرة في شهري سبتمبر ونوفمبر لعام ١٩٢٥، وأكتوبر ونوفمبر لعام ١٩٢٦، ومارس ويوليو وسبتمبر لعام ١٩٢٧ على الترتيب. في هذه التحليلات التي أجريت للجزئيات المنفصلة، لم تحدَّد نسب الكربون العضوي، بحيث أننا لا نستطيع التحقق من نسب المادة العضوية التي دخلت في "الفاقد عند الاشتعال" بنفس الطريقة المتبعة في حالة تحليلات المادة العالقة ككل. مع ذلك، فإن نسب النيتروجين العضوي قد جرى تحديدها في بعض التحليلات التي أجريت على الجزيئات المنفصلة، ولأن نسبة النيتروجين إلى الكربون في المادة العضوية (حسبما استُنتجت من متوسط الإثنى عشر تحليلاً الكبيرة، التي تم فيها تحديد نسب كلا هذين العنصرين من المادة العضوية) كانت $\frac{1}{9.4}$ ؛ فقد نفترض ان المادة العضوية تحتوي على متوسط $\frac{1}{9.4}$ من ٥٨ %، أو ٦.٢ %، من وزنها على النتروجين، ومن ثم نحسب النسب التقريبية من المادة العضوية عن طريق ضرب النتروجين في $\frac{100}{6.2}$ أى في ١٦. وباتخاذ هذه الطريقة لحساب نسب المادة العضوية، وباتباع نفس الإجراء السابق بتقدير نسب الكبريت العضوي وغير العضوي المماثلة لتلك النسب لأنهيدريت الكبريت المسجلة في التحليلات، فإن متوسط النسب الناتجة للعناصر الكيميائية المختلفة في جزيئات الرمال والغرين والطمي على الترتيب، من مجموعات التحليلات السبع يكون كما نراه في الجدول التالي، الذي أدرجتُ فيه – من أجل تيسير المقارنة –عموداً يتضمن الأرقام الناتجة للمادة العالقة ككل بناءً على التحليلات الكبرى المماثلة. إن المقادير المفرطة الزائدة عن ١٠٠ في إجمالي النسب المئوية للعناصر المختلفة التي كُشف عنها، تعد هنا – كالسابق – ناتجة بشكل أساسي عن أن جزءاً من الحديد يعد في حالة أكسدة أقل مقارنةً به في حالة أكاسيد الحديد. (وصلت متوسط نسب جزيئات الرمل والغرين والصلصال التي حُللت إلى١٤ و ٢٦ و ٦٠ % على الترتيب، من إجمالي المادة العالقة).



جدول (٥٨) متوسط التركيب الكيميائي لجزيئات الرمل والغرين والصلصال في المادة العالقة بالنيل عند القاهرة، حسبما كشفت عنها تحليلات أجراها مستر موصيري في ١٩٢٥ – ١٩٢٧.

	الرمل الناعم (جزيئات تزيد عن ٠.٠٢مم)	الغرين (جزيئات تتراوح ما بين ٠.٠٢مم و ٠.٠٠٢ مم)	الصلصال (جزيئات اقل من ٠.٠٠٢ مم)	المادة المعلقة ككل (من تحليلات كبيرة مماثلة)
	%	%	%	%
السليكا	٥٧.٢٩	٥٣.٣١	٤٧.٣٦	٥٠.٠٩
الحديد، معبراً عنه بأكسيد الحديد	١٠.٣٩	١٠.٧٨	١٢.١١	١٠.٣٠
الألومينا	١٢.٣٤	١٤.٨٣	٢١.٠٤	١٨.١٠
ثاني أكسيد التيتانيوم	٣.٧٩	٣.٠٢	١.٤٦	٢.٠٢
المنجنيز، معبراً عنه بثاني اكسيد المنجنيز	٠.٢٠	٠.٢٦	٠.٢٠	٠.٢٣
الجير	٦.٨٠	٤.٦٤	٢.٣٩	٤.١٦
المغنسيا	٣.٦٣	٣.٢٧	٣.٠٤	٣.٢٧
البوتاس	١.٠٤	١.٢١	٠.٧٣	١.٠١
الصودا	١.٩٥	١.٤٣	٠.٣٥	٠.٨٨
الكبريت غير العضوى	٠.٠٦	٠.٠٢	٠.٠١	٠.٠٦
ثاني أكسيد الكربون	١.٩٥	١.٠٣	٠.١٤	١.٠٨
أنهيدريت الفوسفور	٠.٢٦	٠.٢٦	٠.٣٠	٠.٢٤
المادة العضوية	٢.٩٥	٣.٨٤	٥.٦٠	٣.٤٠
الماء المركب		٣.١٥	٦.٠٨	٦.٨١
	١٠٢.٦٥	١٠١.٠٥	١٠٠.٨١	١٠١.٦٥
تتضمن المادة العضوية:				
الكربون	غير محدد	غير محدد	غير محدد	١.٩٧
النيتروجين	غير محدد	٠.٢٤	٠.٣٥	٠.١٦
الكبريت	غير محدد	٠.٠٩	٠.١٥	٠.٠٩

سيلاحَظ من الجدول السابق أن النسب المئوية لأكسيد الألومنيوم والماء المركب في المادة العالقة تعد أكبر في حالة تحليل جزيئات الغرين، وأكبر بكثير في حالة جزيئات الصلصال، مقارنةً بجزيئات الرمل. بينما تتناقص النسبة المئوية للسليكا بانتقالنا من الرمل إلى الغرين، ومن الغرين إلى الصلصال. هذه الاختلافات في النسب المئوية لأكسيد الألومنيوم والماء المركب والسليكا في الجزيئات الثلاثة تعد تماماً ذات نوعية وترتيب كبيرْين يجب أن نتوقعه إن كان القليل من الكاولين – أو في الغياب التام للكاولين -موجودَيْن في جزيئات الرمل، وكمية معتدلة منه في جزيئات الغرين، وكمية هائلة منه في جزيئات الصلصال. بلا شك تعود الفروق الخاصة بالسليكا في الجزيئات الثلاثة إلى الاختلافات في نسب الكوارتز والكاولين، مقارنة بالمعادن الاخرى، لكن الفروق الخاصة بأكسيد الألومنيوم والماء المركب قد يُفترض – على نحوٍ صائب – أن

سببها في الإجمالي هو الاختلافات في نسبة الكاولين الموجودة في الجزيئات الثلاثة، وباتخاذ الافتراض الإضافي (الذي يؤكده لنا الميكروسكوب في الغالب وإن لم يكن صحيحاً بشكل كامل) أنه لا توجد على الإطلاق أي مادة كاولينية في جزيئات الرمل بالمادة العالقة؛ فقد نستخدم الاختلافات في النسب المئوية للألومنيا والماء المركب الناتجة عن التحليل للثلاثة جزيئات لحساب نسبة الكاولين الموجودة بجزيئات الغرين والصلصال في المادة العالقة على الترتيب. في البداية، إذا وضعنا في الاعتبار النسب المئوية الناتجة عن تحليلات الثلاثة جزيئات؛ أي: ١٢.٣٤ في جزيء الرمل، ١٤.٨٣ في جزيء الغرين، ٢١.٠٤ في جزيء الصلصال، فلنفترض أنه لا يوجد كاولين في جزيء الرمل وأن جزيء الغرين وجزيء الصلصال يحتويان على K و`K في المائة على الترتيب من وزنهما من الكاولين، بينما النسبة المئوية للألومنيا في المعادن بخلاف الكاولين هي نفس نسبتها في جزيء الرمل. إذاً، حيث أن الكاولين يحتوي على أكسيد الألومنيوم بنسبة ٣٩.٥ في المائة من وزنه، سيكون لدينا لجزيء الغرين:

$$0.395\,k + 0.1234(100-k) = 14.83$$

حيث $9.2 = k$

ولجزيء الصلصال:

$$0.395\,k` + 0.1234(100-k`) = 14.83$$

حيث $32 = k`$

ونظرا لأن جزيئات الغرين والصلصال تؤلف على الترتيب ٢٠ % في المائة من إجمالي المادة العالقة، فإن النسبة المئوية للكاولين في المادة العالقة ككل هي:

$$0.26k + 0.60k` = (0.26\times9.2) + (0.60\times32.0) = 21.6$$

أي أن نسبة للكاولين في المادة – كما تم حسابها من الاختلافات في كمية أكسيد الألومنيوم الموجودة في الجزيئات المختلفة بناء على التحليل – هي ٢١.٦ في المائة.

ولإجراء عملية حسابية مشابهة من نسب الماء المركب بدلاً من نسب الألومنيا، سنحتاج بالطبع أن نعرف كم من الـ ٢.٩٧ بالمائة من المادة العضوية والماء المركب (التي كُشف عنهما بتحليل جزيء الرمل) يمثل الماء المركب وحده، ونظراً لأنه لم يُجر تقدير حسابي سواء للكربون العضوي أو للنيتروجين العضوي عند تحليل جزيء الرمل، فإننا لا نستطيع تقدير نسبة الماء المركب في ذلك الجزيء بنفس الطريقة المستخدمة مع الجزيئيْن الآخريْن. لكن من ناحية فإنه من غير المرجح أن جزيء الرمل يمكن أن يحتوي على الكثير من المادة العضوية، ومن ناحية أخرى فإن الدليل الذي يوفره لنا الميكروسكوب بخصوص الطبيعة المعدنية للجزيئات الخشنة من المادة العالقة لا يقدم ترجيحا على أن جزيء الرمل يحتوي على الماء المركب بأكثر من ٢ بالمائة من وزنه، ومن ثم فلن جانب الصواب إذا افترضنا أن هذا الرقم الأخير يمثل النسبة المئوية للماء المركب الموجود فعليا في جزيء الرمل. وبتبني هذا الافتراض سيكون لدينا ٢.٠٠، ٣.١٥، ٦.٠٨ للنسب المئوية



للماء المركب الموجود في جزيئات الرمل والغرين والطمي على الترتيب. ونظراً لأن الكاولين يحتوي على الماء المركب في ١٣.٩ بالمائة من وزنه، فسيكون لدينا لجزيء الغرين، بإجراء عملية حسابية مشابهة للعملية السابقة:

$$0.139\,k+0.020(100-k)=3.15$$

حيث $k=9.7$

وبالنسبة لجزيء الصلصال:

$$0.139k`+0.020(100-k`)=6.08 \; .$$

حيث $k`=34.3$

بينما للنسبة المئوية للكاولين في المادة العالقة ككل، فلدينا:

$$.0.26k+0.60k`=(0.26\times9.7)+(0.60\times34.3)=23.1$$

أي أن نسبة الكاولين في المادة العالقة، كما حُسبت من الاختلافات في كميات الماء المركب التي كُشف عنها في الجزيئات المختلفة بالتحليل هي: ٢٣.١ %.

بجمع نتائج الثلاثة حسابات التي أجريناها لنسب الكاولين الموجود بالمادة العالقة سيكون لدينا نتائج الجدول التالي:

جدول (٥٩)

نسب الكاولين	%
من نسبة الماء المركب في المادة العالقة ككل	٢٨.٨
من نسب الألومينا في الجزيئات المختلفة	٢١.٦
من نسب الماء المركب في الجزيئات المختلفة	٢٣.١

ليس ممكناً ترجيح أي من هذه التقديرات الثلاثة هو أكثرها صحة، إذ تعتمد كل الحسابات على افتراضات ليست صحيحة تماماً، وأي أخطاء في البيانات التحليلية ستفسح مجالا لأخطاء أكبر في النتائج بنحو ثمانية أو عشرة أضعاف. وبأخذ كل البيانات المشكوك فيها في الحسبان، فإن التوافق بين النتائج الثلاث يعد متقارباً بقدر ما يمكن توقعه، وقد نستنتج على نحو صائب أن متوسطها الحسابي – أي ٢٤.٥ في المائة – يمثل لدرجة عادلة جداً من التقريب النسبة الوسطى للكاولين الموجود في المادة العالقة ككل.



عند عمل نسبة مسموح بها لمقدار سيلكات أكسيد الألومنيوم والماء المركب الموجودة في النسبة المذكورة آنفاً للكاولين، فإن نتائج تحليلات المادة العالقة تتوافق مع الدليل الميكروسكوبي الخاص بطبيعة ونسب المواد المعدنية الاخرى المكونة له. في الحقيقة، إن التركيب الكيميائي المتوسط – الموجود في جدول ٥٧ – يرتبط بالتركيب المعدني التقريبي الذي يضمه الجدول التالي. (مع الأخذ في الاعتبار أن إجراء حساب دقيق لنسب المعادن المختلفة بناء على البيانات الكيميائية يعد مستحيلا بالطبع، نتيجة للتغيرات الواسعة في التركيب الكيميائي لبعضها، خاصة الهورنبلند والأوجيت والبيوتيت):

جدول (٦٠)

المركب المعدني	% من المادة العالقة
كوارتز	١٨
فلسبار	٢٠
هورنبلند	١٢
أوجيت	٣
بيوتيت	٦
ماجنيتيت	١
بيريت	٠.٢
إلمنيت	٣
الإسفين	١.٥
أباتيت	٠.٥
كالسيت	٢.٣
كاولين	٢٤.٥
أوكسيد الحديد المائي	٥.٦
المادة العضوية	٢.٥
	١٠٠.٠



إن المعادن الأولية التي تتشكل منها الصخور – مثل الكوارتز والفلسبار والهورنبلند والبيوتايت– تعد في معظمها غزيرة بالجزيئات الخشنة من المادة العالقة. بينما المعادن الثانوية الناتجة عن تأثير التجوية – مثل الكاولين وأوكسيد الحديد المائي – تظهر بشكل أساسي في الجزيئات الأنعم. مع ذلك، فإن الأباتيت – على الرغم من كونه معدنا ثانوي التركيب - يعد أكثر وفرةً في الجزيئات الأنعم مقارنة بنسبته في الجزيئات الخشنة، وذلك على الأرجح بسبب الحجم الدقيق للبلورات التي تظهر بها بداخل الصخور البركانية، والكالسيت – على الرغم من كونه معدناً ذا تركيب ثانوي – فإنه يعد أكثر وفرة في الجزيئات الأخشن مقارنةً بنسبته في الجزيئات الناعمة، وذلك على الأرجح بسبب كونه إلى حد ما قابلا للذوبان في الماء وبسبب أن الجزيئات الناعمة منه تتحول بسرعة إلى حالة الذوبان. إن معظم الجزء العضوي من المادة العالقة يعد في حالة تجزئة شديدة النعومة، وكذلك فإن نسبته الموجودة في جزيء الصلصال تعد إلى حد كبير أكبر من نسبته في جزيء الغرين، وهذا بدوره يعد أكثر بكثير من نسبته في جزيء الرمل.

من الجائز أن نجد في جزيء الصلصال من المادة العالقة بعض معادن صلصالية، مثل المونتمريلونيت Montmrillonite وأكاسيد كل من: الكالسيوم والماغنيسيوم (Ca Mg)O، والألومنيوم Al2O3 والسيلكون 5Sio2؛ وجزيئات الماء nH2O ، بالإضافة الى الكاولين. لكن حقيقة أن التحليلات الكيميائية توضح أن جزيء الصلصال يحتوي على نسبة أقل من الماغنسيا، ونسبة أقل بكثير من الجير مقارنةً بالجزيئات الأخرى (راجع جدول٥٨)– تبدو أنها تشير الى أنه لو كان هناك أي وجود للمونتمريلونيت على الاطلاق، فإن نسبه لا يمكن أن تكون كبيرة جداً. بالطبع قد يُرغب إلى حد كبير أن تُفحص طبيعة معادن الصلصال الموجودة في المادة العالقة بأشعة إكس الحديثة، لكن حتى يمكن إجراؤها قد يبدو من الصواب أن نفترض أن معدن الصلصال الموجود في المادة العالقة يعد بشكل رئيسي – إن لم يكن بشكل كامل – هو الكاولين.

أما السؤال عن نسبة جزيء الصلصال الممثل في صورة شبه غروية - أي في الحالة التي تمكّنها من أن تُضفي على جزيء الصلصال خواص الالتصاق واللُّدونة – فهو سؤال صعب للغاية، خاصة أن الفحوصات عن طريق أشعة إكس قد أظهرت أن شبه الغرويات قد تكون ذات خصائص بللورية، ولا يبدو أن هناك أي حد أقصى متعارف عليه لحجم الجزيئات الدقيقة التي قد تصنَّف كشبه غروية. مع ذلك، فإن ملاحظات مستر موصيري المذكورة في جدول (٤٦) تبين أن حوالي ٧.٥ في المائة من إجمالي المادة العالقة، أو حوالي ١٢ في المائة من جزيء الصلصال يتكون من جزيئات شديدة النعومة عن أن تبقى معلقة في الماء حتي بعد أن يظل المحلول على وضعية ثابتة لمدة ثلاثة شهور، وقد نستنتج من هذا أن ١٢ في المائة على الأقل من جزيء الصلصال يعد شبه غروى. هناك احتمالية أن النسبة المئوية الحقيقية تعد أكبر بكثير من تلك النسبة، لأن الجزيئات التي تترسب في مدة زمنية أقصر من ثلاثة شهور قد ترسِّب معها كمية معينة من المادة شبه الغروية.

تحتوي المادة العالقة على نسبة معينة من القواعد " القابلة للتبادل " أي من القواعد القادرة على التفاعل مع محاليل الأملاح المتعادلة، لأنه إن جُمعت المادة العالقة وتم ترشيحها بمحلول من كلوريد



الصوديوم وكلوريدات الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم الموجودة في المحلول الذي رُشحت منه المادة العالقة، مُظهرةً أن جزءاً من الصوديوم ومحلول كلوريد الصوديوم قد حل محل بعض المغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم الموجودة أصلاً في المادة العالقة، بينما لو أن الترشيح قد تم بمحلول من كلوريد الكالسيوم وكلوريدات الماغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة في المحلول الذي رُشحت منه المادة العالقة، ستُظهر أن جزءا من الكالسيوم في محلول كلوريد الكالسيوم قد حل محل بعض المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة أصلاءِ في المادة العالقة.

قام دكتور ويليامسون ومستر ألاجيم، من القسم الكيميائي وزارة الزراعة، بتحديد نسب القواعد القابلة للتبادل في عينات المادة العالقة التي جُمعت من النيل عند الجيزة في أغسطس ١٩٢٦، وعند أسوان في ١٩٢٩، على الترتيب، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (٦١) نسب القواعد القابلة للتبادل في المادة العالقة للنيل، معبرا عنها بمكافئات الجرام لكل ١٠٠ جم من المادة المعلقة المجففة بالهواء.

	كالسيوم	مغنسيوم	بوتاسيوم	صوديوم	الإجمالي
الجيزة،اغسطس ١٩٢٦	٣٨.٠	١٣.٦	١.٠	٠.٣	٥٢.٩
أسوان، ١٩٢٩	٣٦.٤	١٣.٢	١.٠	٠.٣	٥٠.٩
المتوسط الحسابي	٣٧.٧	١٣.٤	١.٠	٠.٣	٥١.٩

وبضرب المتوسط الحسابي لمكافئات المليجرام المذكورة بالأعلى في الأوزان المجمعة للقواعد التالية على الترتيب (كالسيوم ٢٠.٠٣- مغنسيوم ١٢.١٦، بوتاسيوم ٣٩.١٠، صوديوم ٢٣.٠٠) وبقسمة الناتج على ١٠٠٠، نستطيع في الحال بالطبع الحصول على النسب المئوية المتوسطة للقواعد القابلة للتبادل (الكالسيوم، المغنسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم) الموجودة بالمادة العالقة، وبذلك عندما تقارَن تلك النسب المئوية للقواعد القابلة للتبادل مع إجمالي النسب المئوية للكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم التي تم حسابها بناءً على تحليلات مستر موصيري السابق الإشارة إليها، كما هي موضحه في الجدول التالي:



جدول (٦٢) متوسط النسب المئوية للقواعد القابلة للتبادل (كالسيوم ومغنيسيوم وبوتاسيوم وصوديوم) وإجمالها، والموجودة في المادة المعلقة للنيل

	الكالسيوم	الماغنسيوم	البوتاسيوم	الصوديوم	إجمالها
	%	%	%	%	%
القواعد القابلة للتبادل (بالنسبة المئوية من المادة المعلقة)	٠.٧٥٥	0.163	0.039	0.007	0.964
الإجمالي (بالنسبة المئوية من المادة المعلقة)	2.39	2.07	0.89	0.70	6.59
النسبة: القواعد القابلة للتبادل / الإجمالي	0.258	0.079	0.044	0.010	0.146

وسنلاحظ أن كمية الكالسيوم القابل للتبادل تصل لأكثر من ربع إجمالي كمية الكالسيوم الموجودة في المادة العالقة، ولكن كميات المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم القابلة للتبادل تحتوى على نسب أقل بكثير لإجمالي الكميات الموجودة من المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم.

ولكون قابلية تبادل القواعد تعد خاصية معروفة في الزيوليتات Zeolites؛ فمن الطبيعي أن نتساءل ما إذ كانت ظاهرة تبادل القواعد التي أثبتتها المادة العالقة في النيل من الجائز أنها ليست بسبب احتوائها على المعادن الزيولوتية في حالة تجزئة شديدة النعومة والتي لم يمكن التعرف عليها تحت الميكروسكوب.

في هذا السياق، قد يلاحَظ أن بلندفورد Blandford قد وجد مجموعة من صخور الطَّراب البركانية Trap حول بحيرة آشانجي (الواقعة على بعد مئتي كيلومتر في الشمال الشرقي من بحيرة طانا) تتكون بدرجة كبرى من البازلت ذي الحبيبات اللوزية الشكل (المُلوَّز amygdaloidal)، مع عقد صغيرة من الآجيت agate والزيوليت، وكان الزيوليت عادة يتألف من الإستلبيت Stilbite الأبيض أو البرتقالي، وقد شك قليلاً أن الصخور التي رآها في الجزء السفلي أو العلوي من وادي نهر تكازي (رافد لنهر عطبرة) تنتمي لنفس المجموعة[٢٨]. لكن يبدو من غير الراجح أن البازلت الملوَّز يمكن أن يكون مصدراً لأكثر من جزيء ضئيل من إجمالي كمية المادة الحُتاتية التي ينقلها النيل الأزرق وعطبرة كمادة عالقة، لأن الأغلبية الكبرى من الصخور البركانية المكشوفة على سطح الهضبة الحبشية من الواضح أنها تنتمي لمجموعة أعلى وأصغر



تتكون أساساً من صخر التراكيْت Trachyte [٢٩]. وعلاوة على ذلك، هناك اعتبارات أخرى تبدو أكيدة من الناحية العملية، وهي أن خاصية تبادل القواعد الظاهرة في المادة العالقة ليست ناتجة – لأي مدى محسوس – عن وجود المعادن الزيوليتية فيها. ولكي نفسر فقط وجود الكالسيوم القابل للتبادل في المادة العالقة يجب أن نفترض وجود نسبة كبيرة جداً من الزيوليتات، مثلاً حوالي ١٤ % من الاستيلبيْت أو حوالي ٧ في المائة من الاسكولسيت، بينما لكي نفسر وجود المغنسيوم القابل للتبادل بهذه الطريقة فسيكون صعبا إلى أبعد حد، حيث نرى أن المغنسيوم ليس مركبا عاديا في أي نوع معروف من الزيوليتات، على الرغم من أنه قد سُجل كبديل للكالسيوم – بدرجة محدودة جداً في بعض المجموعات الكيميائية. أهم الاعتبارات على الاطلاق هي أن خاصية تبادل القواعد توجد في (كل) أنواع التربة الخصبة، بما فيها الكثير من تلك الأنواع التي لا يمكن افتراض أنها قد نشأت عن تحلل الصخور الحاملة للزيوليت.

النظرة العامة التي يعتقدها الكيميائيون الزراعيون هي أن طاقة إنتاج تبادل القواعد تكمن في سطوح الجزيئات شبه الغروية من "معقَّد الصلصال" والتي في حالة التربة المصرية يكوّنه جزيء الصلصال من المادة العالقة التي يرسبها النهر، ولذلك فإننا لا نحتاج للتسرع في تبني نفس النظرة المتعلقة بظاهرة تبادل القواعد في المادة العالقة نفسها. إن أهمية التقديرات الحسابية لدكتور ويليامسون ومستر ألاجيم المذكورة آنفا تكمن في الحقيقة في أنها توفر دليلاً حاسما في أن خاصية تبادل القواعد التي تظهر بدرجة مميزة في التربة الغرينية الخصبة بمصر تعدُّ خاصية موجودة بالفعل في المادة العالقة التي تتكون منها التربة، وليست خاصية تنشأ فيما بعد في التربة نفسها.



هوامش الفصل

(1) See Baker, (sir B.), "The River Nile", proc. Inst. C. E., LX, (1880) P.376.

(2) Quoted by SIR H.G. LYONS," physiography of the River Nile and its Basin", Cairo, 1906, p.307.

(2) Quoted by SIR H.G. LYONS," physiography of the River Nile and its Basin", Cairo, 1906, p.307.

(3) Rapport sur l'Administration des services sanitaires pour 1888, Cairo 1889, p.42.

(4) Quoted by LYONS, op.cit., p.308.

(5) Journal of the khedivial agricultural society, vol.1 (1888) ,pp.99-102. and Yearbook of the khedivial agricultural society for 1905, p.237.

(6) Yearbook of the khedivial agricultural society for 1906, pp.188,189.

(٧)عن سجلات تكرم وأمدني بها مدير معامل وزارة الصحة العمومية بالقاهرة

(٨) لم تسجل ملاحظات عن المادة العالقة في السنتين ١٩٢٨ و ١٩٢٩، ولا بعد عام ١٩٣٢.

(٩) العامل الحسابي ١.٥ يقوم على الملاحظات التي أجرتها مصلحة المساحة الجيولوجية بوادي حلفا، والذي يدل على أن نسبة المادة العالقة عند عمق نصف متر في منتصف المجرى تبلغ حوالي 87.٠ في المتوسط للمقطع العرضي الكلي للنهر (راجع الفصل السابق)

(10) See LYONS (SIR H.G.), "PHYSIOGRAPHY OF THE RIVER NILE AND ITS BASIN", Cairo 1906, p.306.

(11) من ١ يوليو الي ١٨ يوليو فقط.

(١٢) من ١ نوفمبر إلي ١٧ نوفمبر فقط

(١٣)يجب التنويه أن هذا الاستنتاج قد قام كليةً على الملاحظات التي سجلتها المصلحة الجيولوجية بوادي حلفا والجعافرة خلال موسم الفيضان عام ١٩٢٩، الذي كانت فيه بوابات التحكم في خزان أسوان تفتح بانتظام إلى المدى التام اللازم لإفساح المجال لتدفق مياه النهر خلال مرحلة الفيضان، ويتم تعديلها فقط لكبح التدفق وملء الخزان بعد مرور غالبية الفيضان، أي عندما تصير نسبة المادة العالقة في المياه صغيرة. وذلك كان متسقاً مع البرنامج الأصلي للخزان؛ فقد أنشئ خصيصاً ببوابات منخفضة المستوى ولكنها بفتحات واسعة لكي توفر مروراً غير مقيّد لمياه النهر المحملة بالغرين أثناء الفيضان وبالتالي تعمل على تجنب التراكم التدريجي للغرين وراء الخزان. وعلى الرغم من أنه منذ تشييده عام ١٩٠٢، فقد تمت تعليته مرتين لكي يزيد من كمية المياه التي يمكن تخزينها وراءه، وتمَّ في العموم التقيد بنفس الإجراء الاعتيادي الذي يُتخذ عند موسم الفيضان، الخاص ببدء ملء الخزان. ولكي نتجنب الآثار الكارثية التي قد تنتج عن كميات المياه الهائلة التي دخلت إلى مصر خلال فيضان النيل الاستثنائي المفرط لعام ١٩٣٤؛ أُغلقت بوابات الخزان جزئياً لفترة زمنية خلال مرحلة الفيضان، بحيث تكبح جزءاً من المياه التي كان من المفروض ان تعبر حينئذ خلال تلك البوابات، وبذلك تعمل على جعل الخزان- الذي تمت تعليته - حاجزاً للفيضانات والسيول عن مصر. وبالاضافة إلى تحقيق الغرض الأساسي منه وهو تخزين المياه، فلابد بالتالي أنه قد ترسبت في الخزان في تلك السنة كمية هائلة من الغرين، على الرغم من أن جزءا من هذه الكمية قد جُلي



مرة أخرى بلاشك عندما فُتحت البوابات بشكل كامل فيما بعد. وفي اعتقادى أن الاحتمالية هي أنه حتى إذا استُخدم الخزان في مناسبات نادرة للغرض الإضافي منه في الوقاية من السيول والفيضان؛ فإن معدل تراكم الغرين فيه سيظل في الإجمال بطيئا على الرغم من أنه بالطبع سيكون سريعاً إلى حد ما عن تلك الحالة التي يُستخدم فيها الخزان بشكل منفرد في غرضه الأساسي من تخزين المياه.

(١٤) بأخذ المتوسط الحسابي لسرعة النهر كوحدة للقياس، تزداد السرعة الفعلية – وفقا لأبحاث مصلحة الجيولوجيا - من ١.١٠٨ عند السطح، إلى حد أقصى يبلغ ١.١١٥ عند عمق يساوي ٠.١٢ من العمق الكلي للنهر، وتتناقص لحد أدنى قدره ٠.٧٢٤ بالقرب من قاع النهر.

١٥ تقترب جزيرة الزمالك من الجانب الغربي لمجرى النهر تاركة الجانب الشرقي متسعا فيعرف باسم " نهرالنيل" بينما يطلق العوام على المجرى الغربي مسمى "البحر الأعمى" دلالة على ضيق النهر في هذه الجزء من مجرى نهر النيل. أما كوبري الإنجليز فقد تغير اسمه في العصر الحديث إلى "كوبري الجلاء" (المترجم)

([16]) "Contribution a l'etude des eaux et du limon du Nil" ,oeuvre posthume de victor M. Mosseri , cairo ,1936 ,نشرة مطبوعة مع تصويبات عديدة عن the Bulletin de l'Union des Agriculture d'Egypte, 34eme 919360 pp.123-132 and 338-345.

([17]) Lucas (A.), Chemistry of the River Nile " ,Cairo ,1903 ,p.17.

([18]) MACKENIZE (W.C.)Yearbook of the khedivial agricultural society for 1905 ,p.239.

([19]) BAKER (sir B.), "The River Nile " , proc.Inst C.E. vol 1x (1880) p.375.

([20]) HORNER(L.)," The Alluvial land of Egypt" ,phil.Trans.1855 p.125.

(٢١) حامض الكربونيك والفاقد

(٢٢) حامض الكربونيك والفاقد.

(٢٣) يتضمن القليل من مادة عضوية طيارة وكذلك بعض الماء الناتج عن تحلل المادة العضوية.

(٢٤) تم حسابه في ٤ تحليلات من أصل سبعة تحليلات فقط.

(٢٥) يشمل " الفاقد عن الاشعال " المادة العضوية والماء المركب فقط، حيث أخبرني مستر ألاجيم الذي اشترك مع مستر موصيري في إجراء تحليلاته) أن أي وجود لثاني أكسيد الكربون قد تلاشى مع هذه العناصر كان قد أعيد تخزينه عن طريق ترطيب المادة المشتعلة بكربونات الامونيوم ثم إعادة تسخينه قبل إجراء الوزن لحساب الفاقد

(٢٦) تم حسابه في ٦ تحليلات من أصل سبعة تحليلات فقط.

٢٧ يقصد بالمعكوس الضربي reciprocal الكسر الاعتيادي للرقم (١ / العدد)، ومن ثم فإن المعكوس الضربي لـ ١.٧٢٤ = ٠.٥٨.. (المترجم).

([28]) Blanford (W.T.), " Observation on the geology and zoology of Abyssinia" , London , 1870 , p.138.

([29])Blanford , op.cit , p.181 , and Grubenmann (U.), "Beitrilge zur Geologie von Abyssynien ",Frauenfeld ,1896 , p.10.

